

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON  
Année scolaire 1910-1911. — N° 10

---

DE  
L'ÉLECTROCARDIOGRAPHIE

---

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

et soutenue publiquement le 21 Novembre 1910

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

ALEXANDRE COLLILIEUX

ÉLÈVE DE L'ÉCOLE DU SERVICE DE SANTÉ MILITAIRE

né le 18 septembre 1885, à Toulouse (Haute-Garonne)



IMPRIMERIE DUCROS & LOMBARD

41, Rue du Tunnel, VALENCE

71, Rue Paul-Bert, LYON

—  
1910



DE L'ÉLECTROCARDIOGRAPHIE



Digitized by the Internet Archive  
in 2026

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON  
Année scolaire 1910-1911. — N° 10

---

DE  
L'ELECTROCARDIOGRAPHIE

---

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

et soutenue publiquement le 21 Novembre 1910

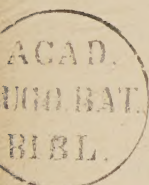
POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

ALEXANDRE COLLILIEUX

ÉLÈVE DE L'ÉCOLE DU SERVICE DE SANTÉ MILITAIRE

né le 18 septembre 1885, à Toulouse (Haute-Garonne)



IMPRIMERIE DUCROS & LOMBARD

41, Rue du Tunnel, VALENCE

71, Rue Paul-Bert, LYON

—  
1910

# PERSONNEL DE LA FACULTÉ

MM. HUGOUNENQ. . . . . DOYEN  
J. COURMONT . . . . . ASSESSUR.

## PROFESSEURS HONORAIRES

MM. CHAUVEAU, AUGAGNEUR, MONOYER, SOULIER, TRIPIER, CAZENEUVE, LÉPINE.

## PROFESSEURS

|                                                           |   |                 |
|-----------------------------------------------------------|---|-----------------|
| Cliniques médicales . . . . .                             | } | MM. TEISSIER.   |
| Cliniques chirurgicales . . . . .                         |   | ROQUE.          |
| Clinique obstétricale et Accouchements. . . . .           |   | BARD.           |
| Clinique ophtalmologique. . . . .                         |   | PONCET.         |
| Clinique des maladies cutanées et syphilitiques . . . . . |   | JABOULAY.       |
| Clinique des maladies mentales . . . . .                  |   | FABRE.          |
| Clinique des maladies des enfants. . . . .                |   | ROLLET.         |
| Clinique des maladies des femmes . . . . .                |   | NICOLAS.        |
| Physique médicale . . . . .                               |   | PIERRET.        |
| Chimie médicale et pharmaceutique . . . . .               |   | WEILL.          |
| Chimie organique et toxicologie . . . . .                 |   | POLLOSSON (A).  |
| Matière médicale et Botanique. . . . .                    |   | CLUZET.         |
| Parasitologie et Histoire naturelle médicale . . . . .    |   | HUGOUNENQ.      |
| Anatomie . . . . .                                        |   | MOREL.          |
| Anatomie générale et Histologie . . . . .                 |   | BEAUVISAGE.     |
| Physiologie . . . . .                                     |   | GUIART.         |
| Pathologie interne . . . . .                              |   | TESTUT.         |
| Pathologie et Thérapeutique générales . . . . .           |   | RENAUT.         |
| Anatomie pathologique . . . . .                           |   | MORAT.          |
| Médecine opératoire . . . . .                             |   | COLLET.         |
| Médecine expérimentale et comparée . . . . .              |   | X.              |
| Médecine légale . . . . .                                 |   | PAVIOT.         |
| Hygiène. . . . .                                          |   | POLLOSSON (M.). |
| Thérapeutique . . . . .                                   |   | ARLOING.        |
| Pharmacologie . . . . .                                   |   | LACASSAGNE.     |
|                                                           |   | COURMONT (J.).  |
|                                                           |   | PIC.            |
|                                                           |   | FLORENCE.       |

## PROFESSEURS ADJOINTS

|                                               |          |
|-----------------------------------------------|----------|
| Physiologie, cours complémentaire . . . . .   | DOYON.   |
| Maladie des oreilles, nez et larynx . . . . . | LANNOIS. |
| Pathologie externe. . . . .                   | VALLAS.  |
| Maladies des voies urinaires . . . . .        | ROCHET,  |

## CHARGÉS DE COURS COMPLÉMENTAIRES

|                                       |                 |         |
|---------------------------------------|-----------------|---------|
| Chimie minérale. . . . .              | MM. BARRAL      | agrégés |
| Propédeutique chirurgicale . . . . .  | BÉRARD,         | —       |
| Propédeutique de gynécologie. . . . . | CONDAMIN,       | —       |
| Chirurgie infantile. . . . .          | NOVÉ-JOSSERAND, | —       |
| Accouchements . . . . .               | COMMANDEUR,     | —       |
| Matière médicale . . . . .            | MOREAU,         | —       |
| Embryologie . . . . .                 | REGAUD,         | —       |
| Anatomie topographique. . . . .       | PATEL,          | —       |

## AGRÉGÉS

|                                                                          |                                                                               |                                                                         |                                     |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| MM.<br>SAMBUC<br>REGAUD<br>COMMANDEUR<br>GAYET<br>NEVEU-LEMAIRE<br>PATEL | MM.<br>J. LÉPINE<br>LESIEUR<br>Etienne MARTIN<br>LAROYENNE<br>VORON<br>NOGIER | MM.<br>LATARJET<br>LÉRICHE<br>BRETIN<br>THÉVENOT<br>TAVERNIER.<br>CADE. | MM.<br>MOURIQUAND.<br>ARLOING (F.). |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|

M. BAYLE, Secrétaire.

## EXAMINATEURS DE LA THÈSE

MM. CLUZET, président ; DOYON, assesseur ; CADE et MOURIQUAND, agrégés.

La Faculté de médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

A MON PÈRE

LE CAPITAINE COLLILIEUX

*Chevalier de la Légion d'Honneur*

ET

A MA MÈRE

En témoignage de reconnaissance et de profonde affection.

A MES PARENTS — A MES AMIS

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE  
MONSIEUR LE PROFESSEUR CLUZET

*Professeur de Physique Médicale*

*à la Faculté de Médecine de Lyon*

Il nous donna à Toulouse et à Lyon, de nombreux témoignages de son amabilité.

Il nous a inspiré ce travail. Au cours de son exécution, il nous a ménagé, ni son aide, ni ses conseils.

Nous le prions d'agréer notre très respectueuse gratitude.

A MES MAÎTRES CIVILS ET MILITAIRES

## INTRODUCTION

---

*Depuis quelques années, la Clinique s'est enrichie d'un nouveau procédé d'examen du cœur : l'Electrocardiographie. Cette méthode, relativement récente, semble être appelée, sinon à remplacer, du moins à compléter les renseignements déjà si précieux fournis par les autres modes physiques d'examen du cœur. Elle a pour but d'enregistrer les phénomènes électriques qui prennent naissance pendant la contraction cardiaque.*

*L'Electrophysiologie du cœur, déjà ancienne puisqu'elle remonte aux expériences de Matteucci en 1843 est la base de l'Electrocardiographie. Les premiers travaux de Matteucci furent suivis des expériences d'Engelman et de Marey qui étudièrent les phénomènes électriques développés pendant la contraction cardiaque, surtout chez les animaux. En 1889 Waller commença à expérimenter sur le cœur humain ; et depuis, l'Electrocardiographie fait l'objet de nouvelles études. L'Electromètre capillaire de Lippmann qu'utilisaient Marey et Waller, est*

remplacé par un appareil de grande précision dont l'installation dans les cliniques offre peu de difficultés : le galvanomètre à corde d'Einthoven. L'amélioration de la technique donne alors des résultats précieux.

Waller, Einthoven, Kraus, Nicolaï et de nombreux auteurs allemands ont cherché à établir la signification exacte de la courbe obtenue avec le cœur normal. A vrai dire, bien des points prêtent encore à la discussion, et la signification exacte des sinuosités que présente cette courbe normale, n'est pas encore nettement établie. Cependant, de grands progrès ont été faits et l'étude des électrocardiogrammes normaux, devenant tous les jours plus complète, il est permis d'espérer qu'il sera possible d'interpréter avec une précision suffisante les Electrocardiogrammes pathologiques qui aujourd'hui encore restent bien obscurs. Toutefois, la méthode électrocardiographique semble déjà avoir donné des résultats très appréciables dans l'étude des troubles fonctionnels du cœur, quelquefois si difficiles à interpréter par l'examen clinique.

Il nous a semblé qu'il était intéressant de consacrer ce travail à la méthode électrocardiographique dont les résultats sont peu connus en France. Mendelssohn le premier a publié en 1908 dans les Archives des maladies du cœur un article consacré à l'électrocardiographie. Depuis, Weiss et Bordet ont à leur tour décrit très brièvement la méthode. M. Weiss a depuis peu de temps installé un galvanomètre à corde à l'Institut Marey à Paris. Les recher-

ches entreprises promettent d'être des plus intéressantes, mais n'ont pas encore été publiées. Les travaux français sur la méthode électrocardiographique, que nous allons décrire, sont donc peu nombreux. Aussi, exposerons-nous les conclusions établies à ce jour à la suite des études faites surtout en Allemagne par Kraus et Nicolaï.

Le laboratoire de Physique médicale de Lyon possède seulement depuis quelques mois le galvanomètre à corde d'Einthoven et les expériences sont encore trop peu nombreuses pour que nous puissions émettre une opinion personnelle sur la valeur absolue de la méthode électrocardiographique. Aussi, après avoir essayé de mettre au point les résultats complexes obtenus jusqu'à ce jour nous publierons les premiers tracés électrocardiographiques enregistrés en France sur des cœurs pathologiques. Nous pourrions les rapprocher de ceux qu'obtinrent les auteurs étrangers et nous espérons montrer que cette nouvelle méthode d'examen du cœur, encore à ses débuts, lorsqu'elle sera mieux étudiée et aussi simplifiée, pourra rendre les plus grands services aux cliniciens.

Notre travail comprendra plusieurs chapitres : dans le chapitre I nous exposerons les bases physiologiques de l'électrocardiographie. Le chapitre II sera consacré à l'Instrumentation que nécessite la méthode. Dans les deux chapitres suivants III et IV nous étudierons d'abord les Electrocardiogrammes du cœur normal, puis ceux du cœur pathologique.

---



## CHAPITRE PREMIER

---

### Bases physiologiques

### de l'électrocardiographie

---

Quelles sont les bases de l'électrophysiologie cardiaque ? Des expériences déjà anciennes ont prouvé que tout organisme vivant est le siège de phénomènes électriques, et en 1848 Dubois-Reymond montra que les muscles, lors de leur contraction, donnent naissance à un courant électrique.

« Si, sur un muscle à l'état de repos, on met les fils d'un galvanomètre en contact, l'un avec sa surface ou avec une section longitudinale, l'autre avec une section transversale, de façon à constater le courant qui dans ce cas se dirige de la première surface vers la deuxième dans le circuit galvanométrique, et si l'on fait passer ce muscle à la forme active, on observe tant que dure la contraction que l'aiguille du galvanomètre, déviée par le courant, revient plus ou moins complètement vers le zéro. » (Gley-Duval).

Pour Dubois-Reymond ce « courant d'action », ou « variation négative » en sens inverse du courant de repos préexiste dans les muscles. Pour Hermann ce courant n'existe pas à l'état normal et résulte de l'altération des tissus. En 1885, d'Arsonval expliqua la variation négative par la variation de tension superficielle qu'entraîne la déformation mécanique, interne de tout tissu vivant qui se déforme spontanément.

Quelles que soient les théories des physiologistes pour expliquer le courant d'action, il est un fait certain : c'est qu'il existe et qu'il est constant à chaque contraction musculaire.

Si donc tout muscle qui se contracte donne naissance à une force électromotrice, il est tout naturel que le muscle cardiaque obéisse aux lois générales et que son activité se manifeste par l'apparition d'un courant d'action.

Comme le dit Mendelsohn : « Le cœur au repos est en équilibre électrique ; mais lorsque la systole ventriculaire commence, la pointe devient électronégative, alors que la base reste électropositive. Il résulte de cette différence de potentiel électrique un courant d'action, qui accompagne chaque systole ventriculaire. »

Les expérimentateurs ont alors cherché à mesurer et à enregistrer ce courant d'action. Les expériences ont d'abord porté sur les animaux, dont le cœur était préalablement mis à nu. Si l'on place deux électrodes sur le muscle cardiaque ainsi découvert, le courant d'action est dérivé et il est facile de l'enregistrer avec des appareils sensibles.

Engelmann utilisa pour enregistrer le courant d'action du cœur, l'électromètre capillaire de Lippman. Et Marey, le premier, au moyen de ce même électromètre, put photographier les variations électriques d'un ventricule de grenouille. Il put ainsi constater qu'à chaque systole ventriculaire correspond une oscillation électrique.

Mais ces méthodes de dérivation étaient inapplicables au cœur humain. Le physiologiste Waller, après de patientes recherches, put démontrer qu'il était facile chez l'homme d'enregistrer le courant d'action du muscle cardiaque.

Des expériences de Waller, il résulte que le cœur émet des courants d'action, qui se propagent dans les tissus voisins, bons conducteurs de l'électricité. Et il est possible de recueillir ces courants à travers la peau humide, dans un électromètre ou dans un galvanomètre.

Waller a étudié la répartition dans le corps humain du potentiel électrique engendré par la contraction cardiaque. Et il est arrivé aux conclusions suivantes, qui sont la base de l'électrocardiographie.

Schématiquement, on peut considérer le cœur comme formé de deux parties : la région de la base et la région de la pointe, séparées par une ligne ou « équateur » où le potentiel égale zéro. Tous les points situés du même côté de cette ligne sont équipotentiels, et par conséquent ne donnent pas de courant. Au contraire, les points pris de chaque côté de l'équateur dérivent au galvanomètre le courant d'action qui se produit au moment de la contraction du cœur.

Mais ce courant d'action se propage dans les tissus voisins et le potentiel électrique engendré par le cœur se répartit dans le reste du corps de façon constante et qu'a bien définie Waller.

Au moment de la contraction cardiaque toute la moitié du thorax, le bras droit et la tête, qui correspondent à la région de la base du cœur, située au-dessus de l'équateur, deviennent électro-positifs, tandis que la moitié gauche du thorax, les membres supérieurs et inférieurs gauches, situés sous l'équateur, et qui correspondent à la région de la pointe, deviennent électro-négatifs. Par conséquent on doit admettre qu'un pôle, placé à la bouche par exemple, équivaut à un pôle, placé à la base des ventricules ; un pôle placé au membre inférieur équivaut à un pôle placé à la pointe du cœur. Et si l'on relie à un galvanomètre deux points de la surface du corps de potentiel électrique différent, par exemple les deux mains, ou une main et un pied, on peut observer immédiatement une déviation de l'aiguille galvanométrique, déviation absolument identique à celle que l'on obtiendrait en réunissant directement à ce galvanomètre la base et la pointe du cœur.

Waller a étudié les procédés qui permettent d'enregistrer avec la plus grande exactitude les courants d'action du cœur. Il résulte de ces travaux que différents points de la surface du corps ne permettent pas de dériver le courant d'action du cœur avec la même intensité. Il y a des combinaisons favorables et des combinaisons défavorables.

Parmi les combinaisons favorables, on cite :

1° La main droite et le pied gauche (m. d. p. g.), qui donnent les meilleurs électrocardiogrammes ; car les deux points de dérivation du courant sont directement opposés par rapport à l'axe du cœur ;

2° Main droite et main gauche (m. d. — m. g.), la plus commode et la plus employée ;

3° Partie antérieure et partie postérieure de la poitrine ;

4° Bouche et main gauche ;

5° Bouche et pied droit ;

6° Bouche et pied gauche.

Parmi les combinaisons peu favorables, donnant un très faible courant, on range :

1° Main gauche et pied gauche ;

2° Main gauche et pied droit ;

3° Pied droit et pied gauche ;

4° Bouche et main droite.

En utilisant ces différents procédés, Waller a pu photographier les courbes provenant du déplacement de la colonne de mercure de l'électromètre, et il obtint, le premier, les électrocardiogrammes du cœur humain, qui lui permirent de démontrer que le courant d'action du cœur est diphasique, constitué par deux phases successives de négativité, dont la première à la pointe est suivie toujours d'une seconde phase négative à la base.

La méthode électrocardiographique venait de faire de sérieux progrès avec Waller. Mais l'électromètre

capillaire dont il s'était servi avait des mouvements trop lents ; la difficulté de réglage était trop grande ; ses dimensions trop considérables, pour que les recherches entreprises fussent d'une exactitude parfaite.

Einthoven, de Leyde, imagina alors le galvonomètre à corde aujourd'hui employé, qui, d'une extrême sensibilité, donna à la méthode électrocardiographique un nouvel essor. La description de cet instrument, aujourd'hui très répandu en Allemagne, et que possèdent en France l'Institut Marey, à Paris, et le laboratoire de Physique Médicale à Lyon, fera l'objet du chapitre suivant.

---

## CHAPITRE II

---

### **Instrumentation d'Einthoven pour l'électrocardiographie**

---

L'étude de l'électrocardiogramme de l'homme s'est considérablement développée depuis qu'Einthoven a imaginé son galvanomètre à corde. Cet appareil qui s'est substitué à l'électromètre capillaire de Lippmann possède en effet toutes les qualités que l'on est en droit d'exiger pour que le courant d'action du muscle cardiaque puisse être enregistré avec la plus grande précision.

Ce galvanomètre est d'abord extrêmement sensible et l'on comprend toute l'importance de ce fait, si l'on songe que les forces électromotrices développées dans le cœur sont de très faible intensité. Il est de plus apériodique et il n'enregistre que les phénomènes électriques émanés du muscle cardiaque, sans présenter d'oscillations propres indépendantes. Enfin, il permet d'indiquer très rapidement les variations électriques

qui siègent dans le cœur, variations qui elles-mêmes se produisent avec une très grande vitesse.

Voici le principe de cet appareil : si un courant électrique passe dans un champ magnétique, ce courant est immédiatement dévié. La déviation obtenue est proportionnelle à la puissance du champ magnétique et à l'intensité du courant. Le courant d'action du muscle cardiaque étant de très faible intensité, il a donc fallu utiliser pour obtenir sa déviation un électro-aimant de puissance considérable. Le galvanomètre à corde d'Einthoven réalise toutes ces conditions.

Ce galvanomètre est constitué essentiellement par un électro-aimant et par un système vibreur.

Les bobines de l'aimant consistent en deux sections à 6.000 enroulements chacune. Chaque section a une résistance de 320 ohms (à froid) pour un courant excitateur de 0,3 ampères environ. Aussi quand elles se trouvent réunies en séries, il faut pour les exciter, un courant de 200 volts, et un courant de 100 volts, quand elles sont en dérivation. Il est absolument nécessaires que les deux sections soient reliées de façon à ce qu'elles possèdent la même polarité. En introduisant ou en coupant le courant excitateur, il faut intercaler une lampe à incandescence d'un voltage convenable en parallèle avec les bobines de l'aimant afin d'éviter un accroissement dangereux dû à la self-induction du courant.

Entre les deux pôles de cet électro-aimant est tendu verticalement comme une corde de violon le système vibreur, constitué par un fil de quartz argenté, extrêmement léger, très mobile, et de très faible épais-

seur (2 à 3<sup>u</sup>). On peut à volonté faire varier la sensibilité et la période du galvanomètre. Le fil de quartz est en effet relié à un levier à coude, dont la position s'ajuste moyennant une tête micrométrique. Une division de la tête micrométrique correspond à un allongement de 0,001 millim. du fil de quartz. Pour tendre ce fil, il faut tourner la tête micrométrique dans la direction où marchent les aiguilles d'une montre. Pour le relâcher, il faut tourner dans le sens contraire. Il est bon de savoir, pour l'exactitude des recherches, que la tension du fil se modifie avec toute variation de température. Si la température monte, le fil se tend, alors qu'une baisse de température amène un résultat contraire. Pour maintenir constante la sensibilité de l'instrument, la température doit donc être aussi stable que possible. Pour arriver à ce résultat, on ne doit faire traverser par le courant électrique le champ magnétique, qu'au moment de faire une lecture.

Telles sont les pièces principales du galvanomètre à corde d'Einthoven. Il est aisé de comprendre que si l'on relie les extrémités du fil de quartz à deux électrodes exploratives, sous l'influence du moindre courant, ce fil se déplace, soit en avant, soit en arrière, suivant le sens du courant et la grandeur de cet écart est proportionnelle à l'intensité du courant.

Pour observer les oscillations du fil de quartz, que sa faible épaisseur rend presque invisible à l'œil nu, Einthoven a disposé deux microscopes au milieu des pièces de l'électro-aimant. L'un des deux microscopes est constitué simplement par un objectif microscopique, et n'est pas muni d'oculaire. Il sert uniquement à

concentrer sur le fil la lumière d'une lampe à arc, ce qui permet d'amener sur le fil un éclairage très vif. Le second microscope, placé de l'autre côté du fil de quartz, dans le prolongement du premier, est utilisé pour observer les oscillations du fil, qui est considérablement grossi et qui apparaît en noir dans un espace très éclairé. Des vis micrométriques spéciales permettent de mettre au point ces deux microscopes.

Un observateur exercé peut ainsi directement à la vue étudier les déviations du fil de quartz produites par le passage du courant. Ces déviations peuvent être exactement mesurées, avec le microscope, si l'on se sert d'un micromètre oculaire.

Mais, à l'aide de la planchette à plaque mouvante, imaginée par Einthoven, et que nous allons maintenant décrire, on peut sans aucune difficulté obtenir une photographie des mouvements imprimés au fil, et avoir ainsi la représentation exacte et durable des oscillations du fil du galvanomètre, sous l'influence du courant qui le traverse.

Le microscope, en effet, qui sert à l'observation directe du fil de quartz peut être utilisé pour projeter l'image de ce fil sur une fente très étroite, perpendiculaire à cette image, et devant laquelle se trouve une lentille cylindrique condensatrice. Derrière cette fente, pratiquée dans un écran opaque, se déplace de haut en bas une pellicule ou une plaque sensible. Cette plaque photographique est maintenue dans un cadre métallique, que l'on fait monter à l'aide de cordes, reliés à un piston fonctionnant à l'intérieur d'un cylindre creux, rempli d'huile.

La gravitation tend à attirer le piston en bas ; cependant pour réaliser sa descente, il faut laisser échapper l'huile du cylindre dans le piston creux, à travers une petite soupape. La rapidité avec laquelle le piston descend est déterminée par l'ouverture de la soupape, l'écart de l'ouverture étant indiqué par des graduations marquées sur la tête d'une vis micrométrique. Lorsque l'on a réussi à l'aide de la soupape à rendre fixe la vitesse de descente du piston, on peut conserver cette vitesse uniforme pendant un grand nombre d'expériences, pourvu que la température de la salle d'expériences soit constante, empêchant ainsi que l'huile ne change d'une manière appréciable de viscosité. On peut ainsi régler la marche de la plaque à une vitesse quelconque entre 0 et 6 cms par seconde.

Un autre procédé pour enregistrer photographiquement les oscillations du fil consiste à projeter ce fil sur une pellicule sensible enroulée autour d'un tambour, qui, grâce à un mouvement d'horlogerie, tourne avec une vitesse constante et bien définie.

On comprend ainsi que la portion de l'ombre du fil, que laisse passer la fenêtre transversale, trace sur la plaque photographique ou sur la pellicule, une courbe, reproduisant très exactement les moindres oscillations du fil.

Mais de nouveaux perfectionnements n'ont pas tardé à apparaître. En même temps que l'on enregistre les mouvements de la corde on peut projeter sur la plaque un système de coordonnées, suivant le procédé de Garten. Les traits horizontaux s'obtiennent en plaçant tout près de la plaque une échelle de verre, divisée en

millimètres, dont les traits projettent leur ombre sur la plaque. Les traits verticaux s'obtiennent par la rotation uniforme, et bien définie d'un disque, portant des rayons, qui interceptent à des intervalles réguliers la lumière qui tombe sur la fente. Les traits horizontaux permettent de mesurer la hauteur des ondulations du fil, les traits verticaux permettent de mesurer le temps. Sur les tracés d'Einthoven, ces différents traits sont à une distance d'un millimètre. Chaque cinquième trait est un peu plus épais que les autres, particularité que l'on obtient en rendant plus fort chaque cinquième trait de l'échelle placée devant la plaque et en rendant plus larges de cinq en cinq les rayons du disque tournant — Si la vitesse de déplacement de la plaque est de 10 millimètres par seconde, avec une vitesse bien réglée du disque, un millimètre de l'abscisse correspond à 0,1 seconde. Si la vitesse est 10 fois plus grande, un millimètre de l'abscisse correspondra à 0,01 de seconde.

On comprend toute l'importance de ce procédé, qui permet de mesurer avec une précision très grande la durée exacte de tous les phénomènes inscrits sur les électrocardiogrammes.

Des perfectionnements plus complexes ont encore été apportés à la méthode électrocardiographique. Plusieurs auteurs, parmi lesquels MM. Weiss et Bull, ont pu par l'adjonction d'un téléphone Siemens au galvanomètre à corde, étudier simultanément les électrocardiogrammes et les bruits du cœur. Il est aussi possible d'enregistrer sur la même plaque le tracé électrocardiographique et le tracé radial.

D'après ce que nous venons de dire, on peut se ren-

dre compte des progrès qui ont été réalisés pour obtenir la précision nécessaire à la lecture des courbes électrocardiographiques. Grâce à cette installation, l'on peut très rapidement enregistrer les courants d'action, nés pendant la contraction cardiaque.

Ce qui prouve bien la valeur de l'instrumentation d'Einthoven, c'est que chez le même individu on obtient des tracés rigoureusement semblables, si l'on a soin de se placer toujours dans les mêmes conditions expérimentales, concernant la tension du fil de quartz, la place des électrodes, la vitesse de translation de la plaque, le courant excitateur de l'électro-aimant, etc...

Au laboratoire de physique médicale de Lyon, on emploie la technique suivante : on projette tout d'abord sur le fil de quartz du galvanomètre la lumière d'une lampe à arc. On règle alors l'éclairage et la position du fil de façon que son image se projette le plus nettement possible sur le centre de la fenêtre, derrière laquelle se déplacera la plaque sensible. Lorsque l'appareil est bien réglé, on fait passer dans l'électro-aimant un courant de 100 volts environ. A ce moment, une deuxième mise au point du fil de quartz est quelquefois nécessaire.

Toutes ces conditions étant réalisées, le malade que l'on examine place chacune des deux mains (dérivation main droite, main gauche) ou une main et un pied (dérivation main droite, pied gauche) dans deux vases poreux qui jouent le rôle d'électrodes. Ces deux vases sont constitués par un grand récipient de faïence vitrée, qui contient un cylindre, formé par une lame de zinc. Dans ce cylindre on place le vase poreux où le

malade introduit ses mains et qui est rempli de chlorure de sodium, dans les proportions de 1 à 2 %. Les récipients extérieurs contiennent une solution saturée de sulfate de zinc. On relie alors les cylindres de zinc au galvanomètre, à l'aide de fils de cuivre bien isolés. Dans ces conditions expérimentales, le courant d'action du cœur est dérivé dans le galvanomètre, et l'on peut observer directement à l'aide du microscope les oscillations du fil de quartz. Lorsqu'elles paraissent suffisamment nettes, on les photographie au moyen de la planchette à plaque mobile décrite plus haut. Dans nos expériences, la vitesse de la plaque sensible, toujours constante, était de 20 millimètres par seconde, et l'ombre du fil de quartz avait sur la plaque une division de 10 millimètres pour un millivolt. Cette technique permet d'obtenir la courbe électrocardiographique, que nous allons maintenant étudier.

---

## CHAPITRE III

---

### L'Electrocardiogramme normal

---

Les expérimentateurs ont cherché tout d'abord à fixer très exactement la signification de l'électrocardiogramme obtenu chez l'homme normal. Les recherches nombreuses faites jusqu'à ce jour, aussi bien chez l'homme que chez l'animal, ont permis d'éclaircir bien des points, dont l'interprétation était difficile, lors de l'apparition de la méthode électrocardiographique. Est-ce à dire que l'on possède actuellement l'explication définitive de l'électrocardiogramme normal ? Nous verrons dans le cours de ce chapitre, que certaines sinuosités présentées par la courbe normale ont une signification qui nous échappe encore.

Le tracé électrocardiographique obtenu chez l'homme sain est représenté dans la fig. 1.



FIG. 1. — Electrocardiogramme d'un sujet normal (m. d. et m. g.)

Pour en rendre l'étude plus facile, Einthoven a schématisé ce tracé normal. Nous reproduisons ce schéma.

(Fig. 2). Il présente à considérer cinq sommets qu'Einthoven a désignés par les lettres P, Q, R, S, T. Mais aucune de ces lettres ne rappelle la signification du détail qu'elle désigne.

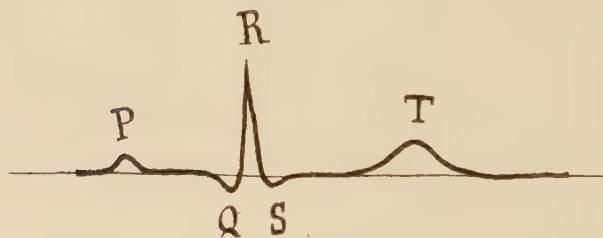


FIG. 2. — Schéma de l'électrocardiogramme normal, d'après Einthoven

Kraus et Nicolaï, dans leur livre : « Das Elektrokardiogramm des gesunden und kranken Menschen » ont publié un schéma plus complexe que celui d'Einthoven, mais qui présente l'avantage, tout en étant très clair, de se rapprocher plus exactement de l'électrocardiogramme que l'on obtient par la méthode précédemment décrite. Ce schéma, avec les lettres employées par Kraus et Nicolaï, et adoptées aujourd'hui par la plupart des auteurs, va nous servir pour expliquer l'électrocardiogramme de l'homme normal (Fig. 3).

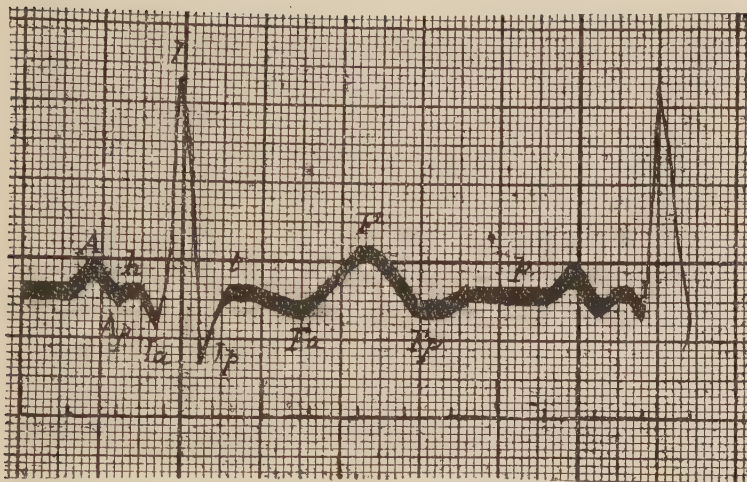


FIG. 3. — Schéma de l'électrocardiogramme normal, d'après Kraus et Nicolăi.

A et A p : (P d'Einthoven) pointe de l'oreillette.

I : (R d'Einthoven) oscillation initiale } oscillation ventriculaire.  
F : (T » ) » finale }

Ia : (Q » )

Ip : (S » )

h : temps pendant lequel l'excitation parcourt le faisceau de His.

t : — — — — — le Treibwerk (fibres moyennes du cœur)

p : pause du cœur.

D'après Kraus et Nicolăi, l'électrocardiogramme présente trois pointes principales, dirigées vers le haut, positives par rapport à la ligne générale de la couche. Ces pointes, constantes chez l'individu sain, sont désignées par les lettres A, I, F ; A voulant dire

oreillette, I (Initialschwankung) oscillation initiale, F (Finalschwankung) oscillation finale. Kraus et Nicolaï désignent ensuite par les lettres minuscules *a* et *p* (antérieure et postérieure) les dépressions négatives situées entre les pointes principales. L'on fait précéder les lettres minuscules de la lettre qui désigne la pointe principale dont dérivent les dépressions négatives.

Entre les diverses pointes se trouvent des lignes horizontales que Kraus et Nicolaï désignent par les lettres *h*, *t* et *p*; *h* signifie qu'à cet endroit de la courbe l'excitation se propage à travers le faisceau de His. La deuxième ligne horizontale porte la lettre *t* pour indiquer que la contraction occupe le *Treibwerk*, c'est-à-dire la masse moyenne du myocarde. Enfin, la lettre *p* correspond à la pause du cœur

Nous allons successivement étudier les différentes oscillations que présente l'électrocardiogramme normal. La connaissance de la signification des diverses pointes est indispensable, puisque dans les tracés pathologiques elles subissent de profondes modifications.

*A. — La contraction de l'oreillette est figurée sur l'électrocardiogramme par les oscillations A et Ap.*

La secousse A est la première qui apparaît sur le tracé. Elle se détache de façon très nette, malgré sa hauteur très faible et ne s'élève jamais chez l'homme normal au niveau des deux autres pointes du tracé, I et F. Sa direction est positive, c'est-à-dire dirigée vers

le haut. (Les expressions de pointes « positives ou négatives » n'indiquent pas le caractère du courant originel et désignent seulement le rapport de ces pointes par rapport à une ligne horizontale).

Einthoven a montré que la pointe A répondait bien à la contraction de l'oreillette, en enregistrant simultanément chez le même sujet l'électrocardiogramme, le cardiogramme et le sphygmogramme. Dans ce cas, il a pu se rendre compte que la secousse A précédait toujours la contraction ventriculaire.

Samoïloff a pu montrer l'exactitude des expériences d'Einthoven, en étudiant directement et séparément sur la grenouille les contractions des oreillettes et celles des ventricules. Si on applique directement les électrodes sur le muscle cardiaque de la grenouille, on obtient un électrocardiogramme semblable à celui de l'homme. Mais si l'oreillette n'est pas reliée au galvanomètre, la pointe A disparaît complètement sur le tracé.

Einthoven admettait dans ses premières expériences que la pointe Ia (Q) appartenait aussi à la contraction auriculaire. Il a aujourd'hui abandonné cette opinion. On a pu en effet prendre l'électrocardiogramme d'un chien, dont le thorax était ouvert et dont on enregistrait séparément le mouvement de l'oreillette et celui du ventricule. On a vu alors que la systole auriculaire se manifeste sur le tracé par les pointes A et Ap, alors que Ia n'existe pas. Kraus a pu, inversement, démontrer que si l'oreillette cesse de battre, les oscillations A et Ap disparaissent, tandis que Ia continue à figurer sur le tracé.

A l'état normal, la systole auriculaire se compose donc des pointes A et Ap, et la hauteur de la secousse A est l'expression de la force avec laquelle l'oreillette se contracte. Kraus émet l'hypothèse que la contraction de l'oreillette correspond à un courant diphasique et il considère alors les deux secousses A et Ap, comme la première<sup>1</sup> et la deuxième phase de la systole auriculaire.

Il résulte de tous ces faits que puisque la pointe A correspond bien à la systole auriculaire, les modifications de cette pointe A sur le tracé électrocardiographique indiqueront les modifications dans le fonctionnement intime de l'oreillette.

B. — *La contraction du ventricule est figurée sur l'électrocardiogramme par toute la portion de la courbe comprise entre Ia et Fp.*

S'il a été facile d'établir la signification de l'ondulation A, l'interprétation des secousses qui lui succèdent sur les tracés a présenté de sérieuses difficultés.

Un fait est actuellement hors de doute : si l'on isole le ventricule d'un animal, et si l'on prend l'électrocardiogramme de ce ventricule isolé, on observe que la systole ventriculaire se traduit par les ondulations principales I et F. Ici des divergences vont apparaître dans les hypothèses des auteurs, qui cherchent à expliquer les deux élévations consécutives de la courbe, et actuellement il nous est impossible d'avoir une opinion bien précise.

La plupart des expérimentateurs ont cherché l'explication des deux pointes I et F, en étudiant la marche de l'excitation à travers le muscle cardiaque.

Pour Bayliss et Starling, la base du ventricule reçoit la première l'excitation, qui se propage ensuite vers la pointe, où elle n'arrive que plus tard. Il s'en suit que la base du cœur devient négative avant la pointe. La première ondulation I correspondrait donc à la négativité de la base, alors que la seconde élévation F répondrait à la négativité plus tardive de la pointe.

Gotch a étudié, d'après des électrocardiogrammes, le mode de contraction du ventricule chez la tortue et chez le lapin. Chez la tortue, la vague contractile va de l'oreillette à l'embouchure des grosses veines et de là vers la zone auriculo-ventriculaire. La contraction commence alors à la base des ventricules, s'étend jusqu'à la pointe, puis rebrousse chemin jusqu'à la partie de la base qui représente les restes du bulbe aortique. Chez le lapin, le trajet général de l'onde est à peu près le même, mais le parcours est plus complexe. Il existe en effet au niveau de l'origine de l'aorte une contraction terminale énergique qui se traduit par un courant diphasique particulier. Gotch admet que le même fait se produit chez l'homme, et d'après lui, l'oscillation F serait due à ce mouvement diphasique, né au niveau de l'aorte.

Kraus et Nicolaï se sont livrés à de patientes recherches qui leur ont permis d'étudier la marche de l'excitation dans la masse du myocarde, et qui les ont conduits à interpréter de façon très originale les

pointes I et F, ainsi que les parties horizontales de l'électrocardiogramme.

Pour ces auteurs, la marche de l'excitation dans le cœur, n'est pas un simple péristaltisme, qui n'aurait d'autre résultat que de refouler le sang vers la pointe, alors qu'il doit être dirigé vers la base. Le péristaltisme existe seulement dans l'oreillette. Dans le ventricule, la marche de l'excitation est plus complexe et liée intimement à la constitution du myocarde. Le myocarde est composé de trois appareils bien distincts : une couche interne papillaire, une couche moyenne centrale, que von Krehl a désigné sous le nom de *Treibwerk*, dont le rôle est primordial dans l'expulsion du sang ; enfin, une troisième couche externe formée de fibres spirales. D'après Kraus et Nicolaï, l'excitation venue de l'oreillette par l'intermédiaire du faisceau de His, se répand dans la couche interne papillaire, où elle domine de la base à la pointe. Cette excitation va alors se propager à la couche moyenne en suivant les fibres intramurales et atteindra en même temps les fibres spirales par l'intermédiaire du tourbillon de la pointe. Dans ces deux systèmes, l'excitation chemine de la pointe à la base. Kraus et Nicolaï admettent alors que la secousse I correspond à la contraction du système papillaire, et que l'ondulation F répond à la contraction des fibres spirales. Entre ces deux oscillations on observe sur le tracé une ligne horizontale *t*. Cette ligne correspond à la contraction du *Treibwerk*, appareil expulseur. Et cette contraction ne se traduit par aucune élévation sur le tracé, car les contractions successives des diverses couches du *Treibwerk* s'an-

nulent les unes les autres au point de vue électrique.

L'étude de la marche de l'excitation à travers le muscle cardiaque a donc permis d'interpréter de façon très ingénieuse les deux élévations I et F, que présente l'électrocardiogramme. Nous devons dire cependant que tous les auteurs ne partagent pas l'opinion de Kraus et Nicolaï sur la signification de F.

Hoffman, en effet, au congrès de Médecine interne de Wiesbaden (1909) a prétendu que la secousse F est en rapport direct comme grandeur avec la rapidité et non avec la marche de l'excitation systolique. Pour Hoffmann, la pointe F ne correspond pas à la contractilité du cœur, mais bien à son excitabilité.

On voit que la signification exacte des deux oscillations I et F n'est pas encore très exactement déterminée, et actuellement nous pouvons seulement dire que toute la partie comprise entre Ia et Fp correspond à la systole ventriculaire, sans que nous puissions donner des diverses pointes du tracé une explication définitive.

Il est intéressant de faire connaître ici les résultats obtenus en enregistrant simultanément l'électrocardiogramme et les bruits du cœur. MM. Weiss et Bull, à l'Institut Marey, sont parvenus à prendre les deux tracés sur la même bande. Comme le dit M. le professeur Weiss, « ce fait a un grand intérêt au point de vue du repérage et de l'étude de la concordance ou de la discordance entre les particularités des deux phénomènes. » MM. Weiss et Bull ont bien voulu nous communiquer un spécimen des tracés qu'ils obtiennent chez l'homme normal.

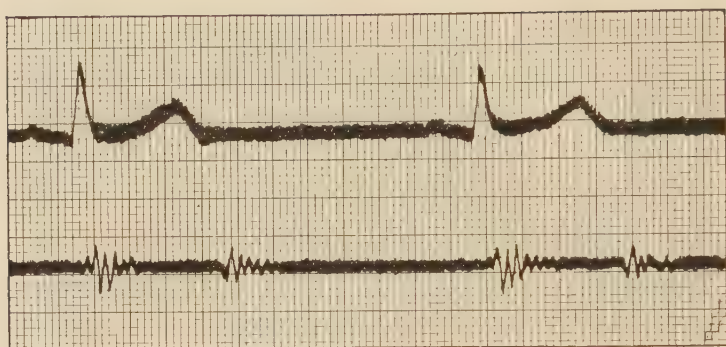


FIG. 4. — Enregistrement simultané de l'électrocardiogramme  
et des bruits du cœur chez l'homme normal.  
(Dû à l'obligeance de MM. Weiss et Bull.)

On peut voir sur la fig. 4 que le premier bruit du cœur tombe dans l'intervalle compris entre I et F, et paraît sur le tracé lorsque la pointe I a déjà commencé son ascension. Il finit un peu avant l'ascension de F. Le deuxième bruit commence à peu près 5/100 de seconde après la fin de F.

Donc, la situation des bruits tendrait à faire admettre que l'activité de la pompe cardiaque commence un peu après le début de la pointe I. Ces résultats semblent corroborer l'opinion de Nicolaï sur les rapports qui existeraient entre les divers détails de l'électrocardiogramme et la marche de l'excitation dans le cœur.

Nous devons signaler à propos de l'électrocardiogramme normal, qu'il a été possible, au moyen des procédés décrits plus haut, d'étudier la durée de la systole ventriculaire chez l'homme sain. Les résultats

obtenus sont d'une grande exactitude. On a pu comparer l'électrocardiogramme et les courbes mécaniques expérimentales. Kraus et Nicolaï ont alors montré que la pointe I de l'électrocardiogramme précède le pied de la courbe mécanique du ventricule d'un temps assez long, que les auteurs ont évalué à 0,06 de seconde. Ce chiffre indique la latence du muscle cardiaque chez l'homme normal. De même l'élévation F se prolonge plus que la fin de la courbe ventriculaire mécanique. On peut conclure de ces expériences que la durée de la systole ventriculaire est plus considérable que ne le laissaient croire les courbes mécaniques. Et ce fait permet de comprendre toute l'exactitude de la méthode électrocardiographique, qui donne une mesure très précise de la systole ventriculaire, depuis le moment où la première fibre du myocarde se contracte jusqu'à celui où la dernière fibre se relâche.

Nous venons d'étudier l'électrocardiogramme schématique. Les soulèvements principaux qu'il présente sont constants chez l'adulte normal. Mais, dans certaines circonstances, ils peuvent présenter des variations, indépendantes de toute faute de technique.

Tout d'abord il nous faut expliquer les petites oscillations minuscules, qui siègent sur les oscillations principales.

Pour Piper, elles sont dues aux courants électriques qui se développent dans les muscles volontaires du corps. Il suffit, en effet, d'anesthésier un animal, pour

que l'électrocardiogramme, pendant l'anesthésie, ne présente plus ces oscillations.

La forme de l'électrocardiogramme varie aussi chez le même individu suivant les endroits qui servent de mise en contact pour la dérivation du courant d'action; la combinaison main droite, pied gauche donne la courbe la plus nette et les sommets les plus élevés.

La respiration influe aussi sur la forme de l'électrocardiogramme. Les oscillations sont plus amples et plus espacées pendant l'expiration, alors que pendant l'inspiration les oscillations sont très rapprochées et peu élevées.

La réplétion stomacale peut aussi, en déplaçant le cœur, modifier la courbe électrocardiographique. Il en est de même de la fatigue modérée, du sport, du travail corporel, qui exercent une bonne influence sur l'électrocardiogramme, alors que les excès de tous genres, les émotions, peuvent, d'après Strubell, donner, en dehors de toute lésion cardiaque, des électrocardiogrammes pathologiques.

L'absorption de certaines substances médicamenteuses paraît agir de façon toute spéciale, et Strubell a signalé l'élévation de la secousse F après l'ingestion de médicaments toni-cardiaques. Nous avons pu examiner la courbe obtenue chez un sujet qui, après abus de café, a présenté une élévation passagère de F. (Fig. 5.)

L'électrocardiogramme redevint normal lorsque les causes d'excitation eurent disparu.

Nous devons signaler que l'électrocardiogramme a une forme qui dépend de l'âge du sujet que l'on

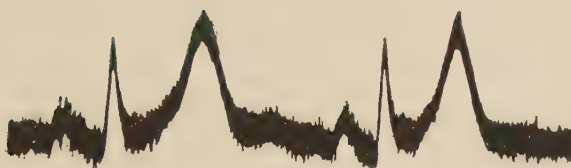


FIG. 5. — Exagération temporaire de F chez un sujet normal (m.d. et m.g.)

examine. Les travaux de Funaro et de Nicolaï ont montré que l'électrocardiogramme de l'enfant au-dessous d'un an se caractérise par une pointe  $I_p$  descendant très bas, au-dessous de la ligne horizontale. Cette pointe disparaît à peu près complètement après la première année, et ne subsiste que chez les enfants retardés dans leur développement. A partir d'un an, la pointe I croît progressivement, et Kraus a pu fixer en millimètres sa hauteur moyenne.

A 25 ans,  $I = 4$  millimètres 2.

A 37 ans,  $I = 5$  — 7.

A 49 ans,  $I = 6$  — 5.

La pointe F, au contraire, diminue de hauteur avec l'âge.

A 25 ans,  $F = 1$  millimètre 4.

A 37 ans,  $F = 1$  — 3.

A 49 ans,  $F = 1$  — ».

La pointe  $I_p$  négative et qui descend à 25 ans à 1 millimètre 05 au-dessous de l'horizontale tend à se rapprocher constamment de cette ligne, dont elle est distante de 1 millimètre 05 à 25 ans, de 0 millimètre 95 à 37 ans, de 0 millimètre 75 à 49 ans.

En terminant, mentionnons les travaux de Cremer, qui a obtenu, chez la femme enceinte, un tracé du cœur fœtal superposé au tracé de la mère. Dans les cas de grossesse gémellaire, on obtiendrait donc une courbe composée de trois électrocardiogrammes.

Après avoir étudié l'électrocardiogramme normal, nous avons examiné les principales variations physiologiques qu'il pouvait présenter. Nous pouvons maintenant aborder les modifications de la courbe électrocardiographique du cœur pathologique.

---

## CHAPITRE IV

---

### **L'Electrocardiogramme**

### **du Cœur pathologique**

---

L'étude de l'électrocardiogramme du cœur pathologique est très complexe. Depuis quelques années, les travaux sur cette question ont été très nombreux, mais il semble que jusqu'à présent les résultats ne soient pas bien précis. Ce chapitre sera une mise au point des études faites jusqu'à ce jour sur les modifications des électrocardiogrammes chez des malades atteints de diverses affections du cœur.

De façon générale, lorsqu'on examine un électrocardiogramme pathologique, l'attention doit immédiatement se porter sur la hauteur des différentes secousses, que nous avons examinées dans le chapitre précédent. La hauteur de ces ondulations est, en effet, l'expression de l'intensité du courant d'action et donne une mesure exacte de la force de la contraction. Les modi-

fications ou la disparition de ces oscillation font conclure à une lésion du muscle cardiaque, et permettent de localiser la lésion sur l'oreillette ou sur le ventricule. On peut aussi par l'électrocardiogramme, au moyen des divisions verticales, mesurer exactement la durée des systoles auriculaire et ventriculaire. Il est facile de se rendre compte sur les tracés du temps que met l'excitation à parcourir le faisceau de His, en mesurant la ligne *h*. L'électrocardiogramme permet de constater si le rythme de l'oreillette correspond à celui des ventricules, ou si ces deux parties du cœur travaillent d'après un rythme différent. L'électrocardiogramme peut encore donner des résultats plus précis, puisque sa lecture renseigne sur la synergie des deux ventricules. Enfin on a pu étudier sur les tracés pathologiques le mode et le moment d'apparition des extrasystoles.

On voit tout l'intérêt de la méthode électrocardiographique et nous allons examiner les résultats qu'elle a donnés dans l'étude des principales affections cardiaques.

Mais, pour donner une plus grande précision à l'interprétation de l'électrocardiogramme pathologique, certains auteurs ont étudié les modifications que l'on pouvait obtenir sur les tracés, après avoir produit expérimentalement des lésions bien définies sur le muscle cardiaque.

Eppinger et Rothberger ont expérimenté chez un chien dont le cœur était mis à nu. Les parties de cet

organe étaient tour à tour lésées électivement. Dans une première série d'expériences, rapportées par Esmein, le procédé employé a consisté dans la congélation de points limités de la surface du cœur au moyen de chlorure d'éthyle. Cette manœuvre, pratiquée sur toutes les parties du ventricule droit, a toujours produit une modification unique et identique du tracé électrocardiographique : la disparition du soulèvement F, qui était remplacé par une dépression. Même résultat, quand la réfrigération portait sur la pointe du ventricule droit ; mais, toutes les fois qu'elle fut dirigée sur la base du ventricule, elle occasionna au contraire une notable amplification du soulèvement F, qui s'exagérait au point de se confondre avec le soulèvement auriculaire A de la période suivante.

Dans une seconde série d'expériences, des solutions de sublimé ou de nitrate d'argent étaient injectées en plein tissu cardiaque, de façon à atteindre les régions profondes du myocarde. La topographie des lésions ainsi produites était ensuite précisée par la méthode des coupes. En procédant de cette façon, les auteurs ont remarqué :

1° Que les altérations du ventricule droit déterminent un affaiblissement progressif du soulèvement I et un renforcement de la dépression  $I_p$  comme aussi du soulèvement F. Ces deux accidents arrivent à rester seuls apparents sur le tracé ;

2° Que les altérations profondes du ventricule gauche, tant à la base qu'à la pointe, entraînent une pro-

longation du soulèvement I, dont la branche descendante s'étale de plus en plus et se confond finalement avec le soulèvement F ;

3° Que les lésions provoquées du septum ont des effets variables. Tantôt on observe les mêmes modifications de l'électrocardiogramme qu'après les lésions du ventricule gauche, tantôt les mêmes transformations qu'après les lésions du ventricule droit, tantôt une notable bradycardie. Ces variations tiendraient à la région du septum atteinte par l'injection. Les auteurs assurent qu'elles sont indépendantes de la situation du foyer pathologique par rapport au grand axe du septum et qu'elles dépendent uniquement de sa localisation par rapport à l'épaisseur de cette même formation. Ils n'ont pu arriver à léser le faisceau de His. C'est toutefois dans un des cas, où ils l'avaient effleuré, qu'ils ont constaté une notable bradycardie.

Ces expériences sont d'un grand intérêt au point de vue théorique et nous devons les faire connaître. Mais les lésions qu'Eppinger et Rothberger provoquèrent expérimentalement ne peuvent se rapprocher des lésions observées chez les cardiaques. Et il est difficile d'en tirer des conclusions qui puissent servir à l'explication des électrocardiogrammes pris chez l'homme.

En étudiant les tracés pris chez l'homme, nous verrons que leur variété est grande. Certes leur similitude chez des sujets atteints des mêmes affections est fréquente, mais elle n'est pas constante. Aussi établirons-nous dans la suite qu'il est impossible de con-

clure immédiatement d'après le simple examen d'un tracé électrocardiographique à l'existence d'une affection cardiaque bien définie.

Nous adopterons pour l'étude des électrocardiogrammes pathologiques le plan suivant :

§ 1. — Les Electrocardiogrammes dans les lésions orificielles ;

§ 2. — Les Electrocardiogrammes dans les troubles du rythme cardiaque ;

§ 3. — Les Electrocardiogrammes dans les affections du cœur non classées dans les deux groupes précédents.

§ 1. — Electrocardiogrammes dans les lésions orificielles.

Toutes les lésions orificielles ont été étudiées par la méthode électrocardiographique et nous allons exposer les résultats de ces recherches.

a). — *Rétrécissement mitral*. — Cette lésion se manifeste sur le tracé par une modification de l'ondulation A.

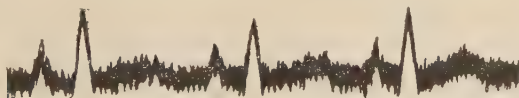


FIG. 6. — Rétrécissement mitral (m. d. et p. g.)

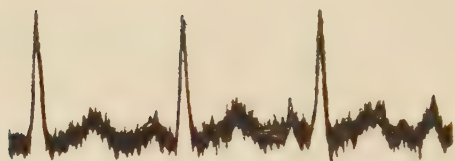


Fig. 7. — Rétrécissement mitral (m. d. et m. g.)

Cette ondulation, comme on peut le voir dans la Fig. 6, identique à celles qu'a obtenue Einthoven dans des cas analogues, nous montre un renforcement de l'ondulation A, qui est augmentée dans sa durée et dans sa force (longueur et hauteur). Cette modification de la secousse A s'explique par le renforcement et la prolongation de la systole auriculaire, qui résultent de l'activité compensatrice des oreillettes à la suite de l'entrave mise au courant sanguin par le rétrécissement de la valvule mitrale. Steriopoulo examinant quinze cas de sténose mitrale a toujours observé les modifications de A, que nous venons de décrire ; il a en outre noté une exagération de F. On peut voir cette modification dans le tracé 7, obtenu par la dérivation main droite, main gauche chez le même malade que le tracé 6.

Toutefois, Samoïloff et Steshinsky ont observé des cas de sténose mitrale où l'ondulation A, au lieu d'être exagérée sur le tracé, avait complètement disparu. Nous avons pu, dans un certain nombre de cas, vérifier l'exactitude de ce fait. Comment interpréter cette absence de la secousse A ? Kraus et Nicolaï l'attribuent à une paralysie de l'oreillette et dans ce cas les excitations ventriculaires prendraient naissance dans

la partie ventriculaire du faisceau de His. Samoïloff et Steshinsky ne partagent pas l'opinion de Kraus et Nicolaï. Ils pensent que cette absence de l'ondulation A provient d'une insuffisance de l'oreillette, dont l'activité est très affaiblie, tout en étant conservée.

Mais cette absence de la secousse A dans la sténose mitrale est relativement rare et n'apparaît que chez les malades qui, porteurs de lésion sténosante de la valvule mitrale, ont en même temps des accidents cardiaques graves. Et l'on peut donc conclure d'une façon générale que la sténose mitrale est caractérisée sur l'électrocardiogramme par un renforcement de l'ondulation A.

b). — *Insuffisance mitrale.* — Dans ce cas, nous observons sur l'électrocardiogramme (Fig. 8) une élévation exagérée de I, dont la hauteur peut atteindre trente millimètres. Nous devons dire que dans presque tous les tracés que nous avons obtenus dans les cas d'insuffisance mitrale, l'exagération de I était accompagnée d'une amplification notable de la secousse F.

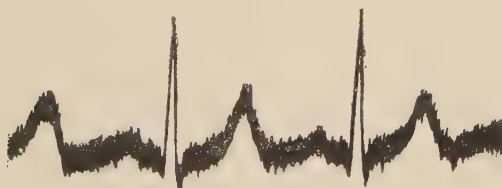


FIG. 8. — Insuffisance mitrale (m. d. et m. g.)

Pour Einthoven, cette modification du tracé doit être considérée comme signe de renforcement de

la systole ventriculaire. Des expériences plus précises ont permis d'interpréter plus exactement encore l'élévation I. On a pu obtenir séparément sur l'électrocardiogramme l'enregistrement des systoles du ventricule droit et du ventricule gauche. La systole du ventricule droit se manifeste alors par la pointe I positive, alors que la systole du ventricule gauche donne une pointe I négative, c'est-à-dire située au-dessous de l'horizontale. On a donc conclu que l'élévation de I dans l'insuffisance mitrale correspond à une hypertrophie du ventricule droit.

c). — *Rétrécissement aortique.* — Nous ne connaissons pas les modifications qu'imprime à l'électrocardiogramme cette lésion orificielle. L'on en comprendra aisément la raison, si l'on songe combien il est rare de voir cette lésion absolument isolée.

d). — *Insuffisance aortique.* — Pour Einthoven, on observe dans l'insuffisance aortique une pointe I, exactement inverse de celle obtenue dans l'insuffisance mitrale. Cette ondulation I est négative, descendant très bas au-dessous de la ligne horizontale. Nous pouvons donner une courbe (Fig. 9), obtenue dans un cas complexe où le diagnostic clinique d'insuffisance aortique avait été porté, mais où cette lésion était associée à d'autres lésions orificielles. L'on voit sur ce tracé une pointe négative correspondant bien à la modification typique décrite par Einthoven dans des cas analogues.

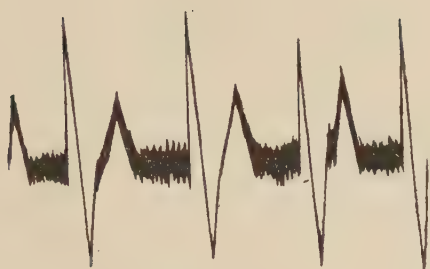


FIG. 9. — Insuffisance et rétrécissement aortiques, insuffisance mitrale (m. d. et m. g.)

Einthoven, se basant sur les expériences que nous avons rapportées à propos de l'insuffisance mitrale, admet que cette pointe I, dirigée en bas, indique une hypertrophie du ventricule gauche.

Steriopoulo, après un examen de seize cas d'insuffisance aortique obtient de cette lésion un tracé différent de celui d'Einthoven. Pour cet auteur, l'insuffisance aortique se manifeste sur la courbe électrocardiographique par une pointe I très développée, mais positive, très analogue, on le voit, à celle obtenue dans l'insuffisance mitrale, et indiquant une hypertrophie générale du cœur, sans spécifier si cette hypertrophie siège sur le ventricule droit ou sur le ventricule gauche. L'étude de l'électrocardiogramme dans l'insuffisance aortique n'est donc pas encore complète et il est nécessaire de faire des recherches plus précises.

Nous est-il permis maintenant de conclure, et de dire qu'il existe un électrocardiogramme typique dans chacune des lésions orificielles ? Nous avons pris au laboratoire de Physique Médicale de Lyon des électrocardiogrammes chez des malades, dont les lésions

orificielles étaient nettement révélées par l'examen clinique et dont les tracés électrocardiographiques ne portaient aucune modification ou différaient très notablement des électrocardiogrammes types donnés par Einthoven. Il est du reste logique d'admettre que les lésions valvulaires n'apporteront de modifications sur le tracé électrocardiographique que lorsqu'elles auront retenti sur le muscle cardiaque de façon à rendre anormale la marche de l'excitation et de la contraction. Du reste, les lésions orificielles sont rarement isolées. Elles sont d'ordinaire associées, et chacune d'elles produira des modifications électriques qui se superposeront, et qui donneront ainsi des courbes très variées, de types très différents. D'une façon générale, on peut tout de même dire que les lésions orificielles, entraînant une hypertrophie de l'oreillette, donneront une exagération de l'ondulation A. Si ces lésions provoquent une hypertrophie générale du cœur, l'on obtiendra sur le tracé une exagération de la pointe I, située au-dessus de la ligne horizontale, sans que l'on puisse dire si cette hypertrophie siège sur le ventricule droit ou sur le ventricule gauche. Quant aux modifications de la secousse F, dans ces lésions, elles sont très variables et ne présentent aucun caractère nettement défini.

## § 2. — Electrocardiogrammes dans les troubles du rythme cardiaque

La méthode électrocardiographique a surtout été utilisée pour l'étude des troubles du rythme cardiaque. Nous exposerons, dans ce paragraphe, les modifications des électrocardiogrammes observées dans les différentes arythmies et nous verrons si la méthode électrocardiographique a permis de donner une explication précise de ces arythmies.

Le rythme cardiaque peut être troublé, soit dans sa régularité, soit dans sa rapidité. L'irrégularité des contractions cardiaques provoque les arythmies, qui, suivant la division de Merklen, peuvent se ranger en deux classes : les arythmies ordonnées ou allorhythmies, et les arythmies désordonnées. Nous étudierons successivement les résultats obtenus dans l'étude de ces deux sortes d'arythmies par la méthode électrocardiographique.

### A. — ALLORYTHMIES

Certains auteurs, tels que Wenckebach, Hering, Vaquez, ont essayé de classer les allorhythmies, en rattachant à des modifications de chacune des propriétés fondamentales du myocarde un mode spécial d'arythmie. Pour la clarté de notre exposé, nous adopterons cette classification et nous envisagerons successivement les allorhythmies que produisent les altérations de l'excitabilité myocardique, les altérations de la conductibilité cardiaque, les altérations de la contractilité cardiaque.

### 1. — *Altérations de l'excitabilité cardiaque*

(Rythme couplé. Bigéminisme cardiaque)

L'altération de l'excitabilité du myocarde peut se manifester par le rythme couplé du cœur. « Le rythme couplé consiste dans la succession régulière, au niveau du cœur, de pulsations couplées dont les caractéristiques sont : 1° d'être d'intensité inégale, la première étant plus forte que la seconde, 2° d'être séparées par des intervalles inégaux, celui qui sépare la première pulsation de la seconde étant plus court que celui qui sépare deux couples successifs. Isolés ou survenant d'une façon plus ou moins irrégulière, ces couples, essentiellement constitués par une extrasystole, suivie d'un repos compensateur, sont très communs dans les arythmies banales, mais c'est leur succession régulière qui fait le rythme couplé ». (Gallavardin).

L'étude de ce rythme couplé qui se traduit par la bradycardie et par le pouls bigeminé, avait été faite au moyen des sphymographes. Sur les tracés ainsi obtenus, on a pu étudier et bien définir les extrasystoles qui se produisent avant la fin de la replétion diastolique des cavités ventriculaires. Mais l'extrasystole prend quelquefois naissance immédiatement après la période réfractaire et avant toute replétion ventriculaire. Dans ce cas, le tracé radial n'en porte d'autre trace que « l'intermittence », qui n'est qu'une « fausse intermittence », puisqu'au même moment on peut, à l'auscultation du cœur, entendre soit les deux bruits très rapprochés, soit un seul bruit sourd, « le bruit en écho » d'Huchard.

C'est ici que la méthode électrocardiographique peut rendre de signalés services, puisque toutes les extrasystoles figureront sur le tracé, exactement à l'endroit où elles auront pris naissance.

Les extrasystoles apparaissent sur les électrocardiogrammes comme des saillies positives et négatives successives, réalisant une oscillation à deux phases, comme celle qui est habituelle aux autres muscles. Leur siège est différent suivant qu'elles sont nées dans les parois des oreillettes ou dans celles des ventricules. Lewis, dans des recherches faites sur un certain nombre de malades et sur le cœur du chien battant in situ, a étudié de façon précise les extrasystoles et il est arrivé aux conclusions suivantes : Les extrasystoles du ventricule droit n'ont pas un caractère défini, permettant de les distinguer des extrasystoles nées du ventricule gauche. Cependant Kraus et Nicolaï prétendent que les extrasystoles du ventricule droit sont positives sur les électrocardiogrammes, alors que celles du ventricule gauche sont négatives. La forme de la courbe dépend, jusqu'à un certain point, de la phase de la diastole où l'extrasystole prend naissance et cette forme peut se trouver compliquée par la survenue de l'impulsion normale d'origine auriculaire. Lewis a aussi observé que plusieurs régions de l'oreillette peuvent devenir lieu d'origine d'extrasystoles, et les courbes électrocardiographiques seront, pour chacune de ces variétés, de forme très différente. En général, toute extrasystole née aux dépens de l'oreillette entraîne sur le tracé un allongement de la ligne horizontale *h*. Enfin, il est possible

de mesurer très exactement sur l'électrocardiogramme la longueur de la pause compensatrice qui suit l'extrasystole.

Les renseignements fournis aux cliniciens par les électrocardiogrammes sur la nature des extrasystoles ont été très intéressants.

Nous publions un électrocardiogramme obtenu par Einthoven dans un cas de bigéminie du cœur (Fig. 10).

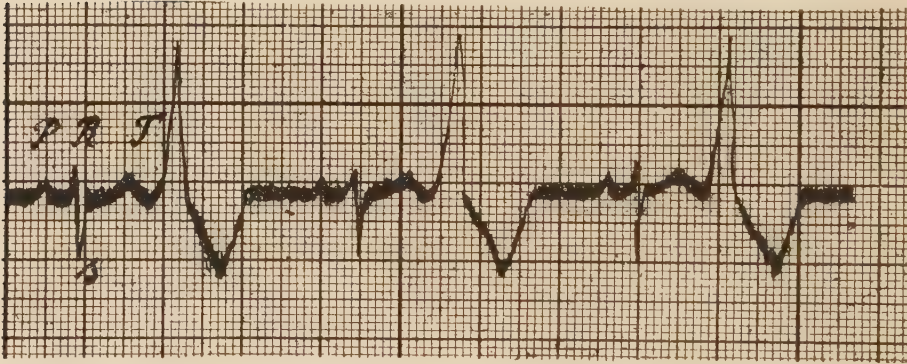


FIG. 10. — Electrocardiogramme d'un malade atteint de bigéminie du cœur (m. d. et p. g.) d'après Einthoven.

On y voit que chaque électrocardiogramme normal est suivi d'un électrocardiogramme où se manifeste une pointe brusquement très élevée indiquant une contraction anormale du ventricule.

Einthoven a enregistré simultanément chez un malade qui avait eu le typhus deux années auparavant, le poulx et le courant d'action du cœur. On voit (Fig. 11)

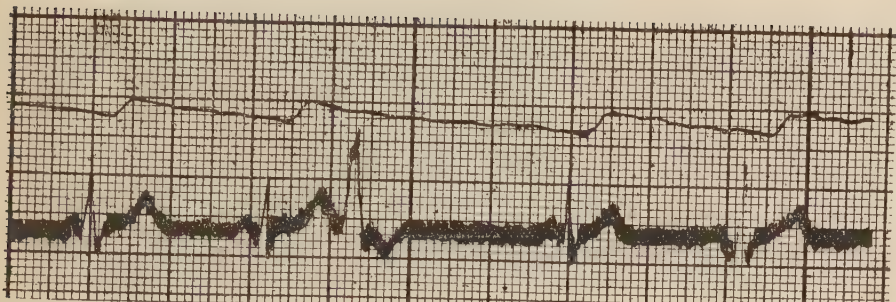


FIG. 11. — Electrocardiogramme d'un malade atteint d'intermittences du cœur (m. d. et m. g.) d'après Einthoven.

sur le sphygmogramme qu'après deux élévations, la troisième fait défaut. La partie de l'électrocardiogramme qui correspond à cette intermittence du pouls présente une déformation très caractéristique, qui indique une extrasystole. Cette extrasystole est suivie d'une pause compensatrice, que l'on peut apprécier sur le tracé. Chez ce malade, Einthoven annonçait d'avance une intermittence du pouls, chaque fois qu'il constatait, avec le galvanomètre, la production d'une extrasystole.

On voit combien sont précis les renseignements donnés par la méthode électrocardiographique sur la nature des extrasystoles et combien cette méthode est supérieure à celles que l'on employait précédemment, puisqu'elle nous permet de différencier les bradycardies vraies des pseudo-bradycardies.

## 2. — *Altérations de la conductibilité cardiaque*

(Pouls lent permanent)

Les troubles de la conductibilité cardiaque, donnant naissance à des bradycardies, ont été ces dernières années l'objet de nombreuses recherches, et leur étude a été faite de façon précise, lors de l'apparition des méthodes graphiques.

On a fait appel aux électrocardiogrammes dans l'espoir qu'ils pourraient expliquer bien des points qui restaient encore obscurs. Nous exposerons ici les modifications apportées aux électrocardiogrammes de malades présentant du pouls lent permanent, et nous verrons si la méthode électrocardiographique a pu donner des éclaircissements sur la pathogénie encore bien discutée du syndrome de Stokes-Adams.

Tous les auteurs qui ont pris des électrocardiogrammes dans des cas de pouls lent permanent ont observé nettement sur les tracés une dissociation auriculo-ventriculaire.

Chez une bradycardiaque qui avait seulement vingt-neuf pulsations par minute, Einthoven constata sur son électrocardiogramme que sur dix à onze contractions des oreillettes, il n'y avait que quatre contractions des ventricules (Fig. 12).

Au congrès de médecine interne de Wiesbaden (1909) Friedl-Pick a montré un électrocardiogramme obtenu dans une maladie de Stokes-Adams et où la dissociation des deux rythmes ventriculaire et auriculaire

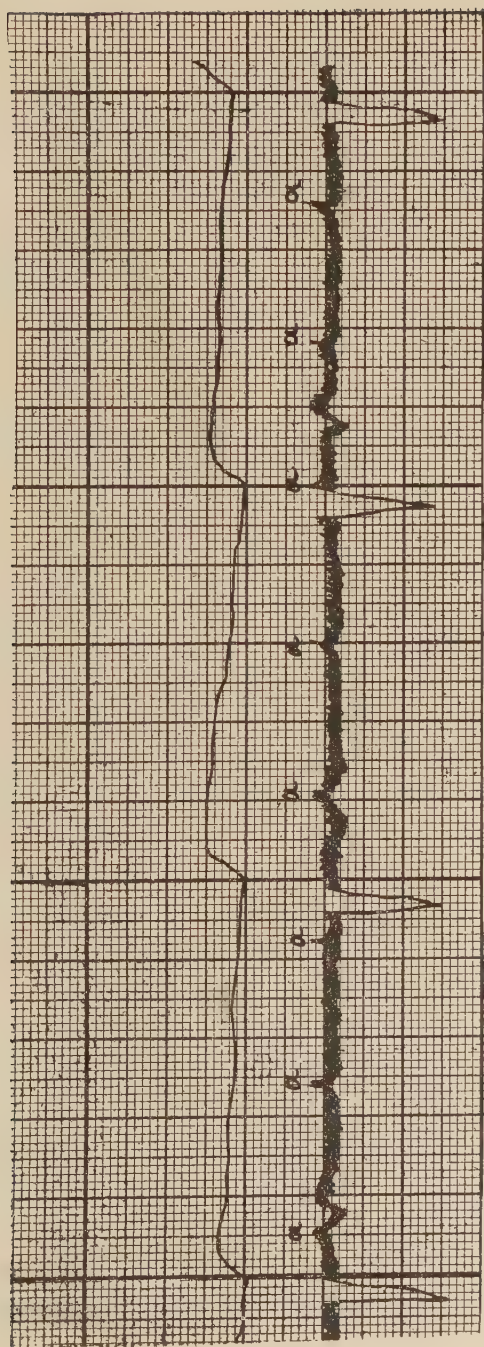


Fig. 12. — Stokes-Adams cardiaque avec block auriculaire complet. — Le tracé supérieur est celui du poulx carotidien. Le tracé inférieur est l'électrocardiogramme. Les ondes inférieures correspondent aux contractions du ventricule en automatie, au nombre de 27 à la minute ; les ondulations *a* figurent les systoles auriculaires totalement indépendantes des contractions ventriculaires et qui ont conservé leur rythme normal de 72-75 à la minute (d'après Einthoven).

est indéniable. Il y a, en effet, soixante-douze secousses auriculaires pour trente secousses ventriculaires.

Vaquez, Clerc, Esmein ont communiqué à la Société médicale des Hôpitaux un cas de pouls lent permanent, étudié par la méthode électrocardiographique. Ici encore, on notait que les ondulations répondant à l'oreillette étaient plus fréquentes que les secousses ventriculaires.

Dans toutes ces recherches, encore trop peu nombreuses, la dissociation auriculo-ventriculaire est donc nettement établie.

Du reste, les mêmes faits avaient déjà été observés par la comparaison des tracés radiaux et des tracés des veines jugulaires. Chauveau, en effet, a montré dans des cas de pouls lent permanent, que le tracé des veines jugulaires présentait des soulèvements plus nombreux que les tracés radiaux. Chacune des pulsations de la jugulaire, correspondant à une systole de l'oreillette droite, on pouvait conclure qu'il existait une dissociation auriculo-ventriculaire. Il était intéressant de noter la concordance qui existe entre les phlebogrammes et les électrocardiogrammes, ce qui montre bien l'exactitude des deux méthodes.

La méthode électrocardiographique permet-elle de fixer la pathogénie des bradycardies partielles, et en particulier du pouls lent permanent ? Nous rappellerons très brièvement les différentes pathogénies invoquées, basées sur des expériences, que nous n'avons pas à rapporter dans ce travail.

Pour certains auteurs, les bradycardies partielles relèveraient d'altérations du myocarde, siégeant dans

les fibres musculaires auriculo-ventriculaires, qui constituent le faisceau de His. La lésion de ce faisceau empêcherait l'excitation venue de l'oreillette de se propager au ventricule, et la contraction myocardique serait alors « bloquée » (Herzblock).

Pour d'autres auteurs, l'inhibition ventriculaire serait produite par l'irritation du pneumogastrique en un point quelconque de son trajet, extra ou intracardiaque.

Les études faites à l'aide des électrocardiogrammes ne sont pas suffisamment nombreuses pour qu'il soit possible d'en tirer des arguments en faveur de l'une ou l'autre de ces théories.

Nous devons cependant signaler les modifications apportées aux électrocardiogrammes par l'irritation du pneumogastrique. Hering, expérimentant sur des chiens curarisés, auxquels on pratiquait la respiration artificielle, a pu observer que l'excitation du pneumogastrique amène la suppression de la partie de l'électrocardiogramme, qui correspond à la systole ventriculaire ; preuve indubitable que sous l'influence de cette excitation, le ventricule cesse ses contractions. Ici encore, les résultats donnés par l'électrocardiogramme sont concordants avec les faits expérimentaux d'Arloing, de Vaquez et d'Hallion, qui ont montré depuis longtemps que l'excitation faible des vagues déterminait des troubles du rythme cardiaque analogues à ceux du Herzblock.

Nous publions un tracé obtenu chez un malade dont le diagnostic clinique était : myocardite chronique avec arythmie de type indéterminé (Fig. 13). Chez ce

malade, la pression du pneumogastrique au cou amenait la disparition de la systole ventriculaire, caractérisée sur le tracé par l'absence des ondulations I et F.

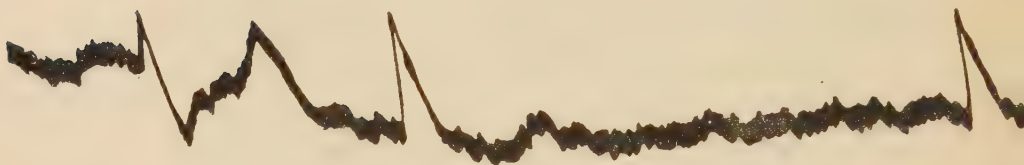


FIG. 13. — Compression du pneumogastrique au cou chez un malade atteint de myocardite chronique avec arythmie. Suppression de la systole ventriculaire (m.d. et m.g.).

Nous n'oserions conclure de ces expériences que la méthode électrocardiographique permet de justifier l'hypothèse de l'origine nerveuse des bradycardies partielles et du pouls lent permanent. Bornons-nous actuellement à enregistrer ces faits, sans que nous puissions encore en tirer des conclusions bien fermes.

### 3. — *Altérations de la contractibilité cardiaque*

(Pouls alternant)

« D'après Wenckebach, le pouls alternant relèverait de la diminution de la contractibilité du myocarde. Le pouls alternant est constitué par une succession périodique et à intervalles à peu près réguliers d'une

pulsation forte et normale et d'une pulsation petite et insuffisante. Dans le pouls alternant, la contraction la plus faible se produisant sans avance ni retard, à sa place régulière, il n'existe pas de repos compensateur. Aussi faut-il, d'après Wenckebach, éliminer l'hypothèse d'un trouble de l'excitabilité cardiaque. D'autre part, le pouls alternant ne se produirait jamais dans les cas où l'on observe des troubles de la conductibilité cardiaque. » (Merklen).

Les études du pouls alternant faites à l'aide de la méthode électrocardiographique ne sont pas encore très nombreuses et ne nous renseignent pas sur la nature exacte de cette arythmie cadencée. Hering a pu observer les modifications suivantes sur l'électrocardiogramme d'un pouls alternant : chaque systole ventriculaire normale, représentée sur le tracé par les deux ondulations I et F, dont la hauteur n'a subi aucune modification, est suivie très régulièrement d'une systole anormale, représentée sur le tracé par deux ondulations I et F, de très faible amplitude. Il semble donc que le pouls alternant consiste dans une succession très régulière de deux systoles ventriculaires d'intensité très inégale.

Du reste, les tracés radiaux donnent une image très fidèle du pouls alternant et de netteté beaucoup plus grande que les électrocardiogrammes. Nous devons noter à propos du pouls alternant un fait assez curieux, dont l'explication nous échappe encore. Si l'on enregistre simultanément l'électrocardiogramme et le sphygmogramme d'un pouls alternant, on peut se rendre compte en comparant les deux tracés que dans

certain cas à la systole forte de l'électrocardiogramme correspond la pulsation faible du sphygmogramme. Inversement, la systole faible indiquée sur l'électrocardiogramme se manifeste sur le tracé radial par une ondulation forte. Si la méthode électrocardiographique a pu nous révéler cette anomalie, elle a été jusqu'ici impuissante à nous l'expliquer. Aussi faudra-t-il encore de sérieuses recherches avant que nous puissions être fixés sur la nature exacte du pouls alternant.

Avant de terminer l'étude des arythmies, nous pourrions nous demander si l'électrocardiographie a pu en déterminer exactement le mécanisme. Les méthodes graphiques utilisées jusqu'ici avaient montré que dans ces diverses arythmies les pulsations artérielles enregistrées sur la radiale étaient moins nombreuses que les pulsations veineuses obtenues sur la jugulaire. Quelle était la raison de cette discordance entre le nombre des battements artériels et veineux ? Diverses interprétations ont été émises dont nous ne relèverons que les principales.

Leyden expliqua très bien la lenteur du pouls radial coexistant avec une fréquence normale du pouls veineux jugulaire, en imaginant l'hémisystolie. D'après l'hypothèse de Leyden, il y aurait dissociation fonctionnelle entre les deux ventricules (le ventricule droit continuant à se contracter normalement, tandis que le gauche se contracte suivant un rythme anormal). Cette hypothèse à la suite d'expériences nombreuses était abandonnée, et l'existence de l'hémisystolie était considérée comme très douteuse. La méthode électrocardiographique a permis d'étudier avec plus de précision

les cas d'hémisystolie. Nous avons vu plus haut, que d'après Kraus et Nicolaï, les extrasystoles du ventricule droit se manifestent sur les tracés par une ondulation positive, s'élevant au-dessus de la ligne horizontale, alors que les extrasystoles du ventricule gauche sont indiquées par une secousse négative descendant au-dessous de l'horizontale. Kraus et Nicolaï ont pu, en injectant du vibron cholérique dans la circulation générale d'un chien, produire une dissociation des deux rythmes ventriculaires, et dans ce cas on observait sur l'électrocardiogramme des extrasystoles, que l'on pouvait, par leur forme, localiser soit dans le ventricule droit, soit dans le ventricule gauche. L'hémisystolie serait donc caractérisée par l'apparition d'extrasystoles, nées aux dépens de l'un ou l'autre ventricule. La question n'est pas encore résolue, et nous rappellerons ici l'opinion déjà citée de Lewis, qui prétend que les extrasystoles du ventricule droit n'ont aucun caractère, permettant de les différencier des extrasystoles du ventricule gauche.

D'autres auteurs, parmi lesquels Chauveau, Potain, Vaquez, rejetant l'hypothèse de l'hémisystolie, sont d'avis que les bradycardies proviennent d'une dissociation auriculo-ventriculatre. La méthode électrocardiographique, comme nous l'avons vu plus haut à propos du pouls lent permanent, rend cette théorie très légitime, sans expliquer le mécanisme de cette dissociation.

Enfin, il nous faut signaler les idées de MM. Tripier et Devic, qui admettent que les variétés d'arythmies que nous venons d'étudier relèvent de contractions

cardiaques affaiblies, mais complètes ; ces contractions, pour ainsi dire avortées, seraient incapables de transmettre une onde artérielle, capables toutefois de produire le pouls veineux. Il semble que la méthode électrocardiographique pourra être utilisée avec fruit pour vérifier l'exactitude de cette théorie, puisqu'elle est seule capable de reproduire très fidèlement les moindres contractions cardiaques. Et ici encore, nous nous garderons de conclure, attendant des recherches plus précises sur ces questions si controversées.

B. — ARYTHMIES IRRÉGULIÈRES OU DÉSORDONNÉES

« L'arythmie irrégulière est essentiellement caractérisée par des pulsations irrégulières dans leur succession, inégales dans leur intensité et dont l'ensemble défie toute description. Elle peut exister seule, mais coexiste très fréquemment avec la tachycardie » (Gallavardin). Les arythmies désordonnées ont été peu étudiées par la méthode électrocardiographique.

Hering a cependant publié des travaux intéressants au sujet d'une variété de ces arythmies, caractérisée par le pouls irrégulier permanent. Examinant de nombreux électrocardiogrammes pris chez deux malades présentant du pouls irrégulier permanent, Hering a pu observer que cette forme d'arythmie est constituée par un trouble spécial du rythme cardiaque, caractérisé par sa permanence et par son indépendance de toute accélération ou ralentissement du rythme cardiaque en général. Hering avait en vain cherché, à

l'aide des méthodes graphiques courantes, à fournir la preuve de la nature extrasystolique de cette anomalie du muscle cardiaque. Par la lecture des électrocardiogrammes recueillis chez les malades qu'il examinait, Hering a pu noter la disparition de l'ondulation A, qui répond à la systole de l'oreillette. Hering conclut alors que, dans le cas de pouls irrégulier permanent, il s'agit d'extrasystoles provoquées par une « perturbation complexe dans la formation des excitations originelles », lesquelles n'arrivent plus des oreillettes, mais viennent très probablement de la zone limitrophe auriculo-ventriculaire.

Rothberger et Winterberg ne partagent pas l'opinion d'Hering. Ils admettent que l'absence de la secousse auriculaire A est due à la fibrillation de l'oreillette, qui serait ainsi la cause de l'arythmie complète. Des expériences nouvelles semblent venir à l'appui de cette hypothèse.

Tout récemment Lewis a étudié la fébrillation auriculaire et ses rapports avec l'irrégularité clinique du cœur. Et dans ses recherches il a utilisé la méthode électrocardiographique.

Le mémoire de Lewis repose sur l'examen des tracés radiaux et jugulaires dans 73 cas, dont 30 ont été soumis à l'examen électrocardiographique. L'arythmie était permanente dans 68 cas et survenait par crises paroxystiques dans 5 cas.

Les tracés radiaux montrent un rythme ventriculaire de 100-110, mélange de pulsations fortes ou faibles avec arythmie constante.

Les tracés jugulaires présentent une ondulation répondant à la systole ventriculaire.

Les électracardiogrammes montrent des élévations I, irrégulièrement distribuées, qui ont la même forme que chez les sujets à rythme régulier, bien qu'un peu plus hautes. Cette identité de forme montre que l'origine de la contraction ventriculaire se fait au même point que dans le rythme normal (opinion opposée à celle d'Hering). L'oscillation F est assez large, indiquant ainsi que la contraction ventriculaire a gardé son cours habituel depuis la pointe jusqu'à la base. — Quant à la secousse A, qui indique la systole auriculaire, elle fait défaut (comme l'avait déjà noté Hering), mais elle est remplacée par de nombreuses oscillations irrégulières, qui correspondent à celles observées parfois sur les tracés jugulaires dans des conditions exceptionnellement favorables.

Ces oscillations dont la fréquence atteint 350 à 500 par minute ne se voient jamais que dans l'arythmie complète du cœur. Elles ne sont pas dues à des lésions spéciales du myocarde, car elles apparaissent dans les cas d'arythmie paroxystique et disparaissent lorsque la crise est terminée. Elles ne sont pas dues aux contractions des muscles du squelette, car elles persistent en position couchée, dans l'immobilité absolue. Enfin, à l'aide d'électrodes spéciales, mises en rapport avec la paroi au niveau des oreillettes ou au contraire au niveau des ventricules, on voit que ces oscillations n'existent que sur les courbes prises au niveau des premières et qu'elles manquent sur les courbes ventriculaires.

Lewis arrive alors aux conclusions suivantes : Peut-on expliquer l'arythmie complète par la paralysie des oreillettes ? Non, puisque les électrocardiogrammes montrent qu'il y a au contraire une activité auriculaire continue, fait d'ailleurs en rapport avec les constatations nécropsiques de Mackenzie, qui a trouvé en pareil cas les oreillettes hypertrophiées.

Mais il est facile d'expliquer l'arythmie complète par la fibrillation auriculaire. En effet, Lewis a pu réaliser expérimentalement sur le chien la fibrillation auriculaire, à l'aide de stimulations faradiques, et dans ce cas les électrocardiogrammes, ainsi que les tracés artériels et veineux étaient identiques à ceux que l'on obtient chez l'homme dans les cas d'arythmie complète.

On voit toute l'importance des électrocardiogrammes dans l'étude des arythmies complètes. La méthode électrocardiographique est dans ce cas bien supérieure à toute autre méthode. Peut-on, en effet, affirmer la fibrillation auriculaire par la seule constatation sur le tracé jugulaire de l'absence de l'onde qui répond à la systole de l'oreillette ? Non, car si le cœur droit est dilaté et si le rythme cardiaque s'accélère au-delà de 100, cette onde s'atténue sur le tracé jugulaire au point de disparaître. Or, en pareil cas, Lewis a vu sur l'électrocardiogramme l'élévation A absolument nette.

Ces recherches ne sont certainement pas définitives, et ont besoin d'être reprises et contrôlées, mais elles montrent bien toute l'importance des électrocardiogrammes pour l'étude des arythmies complètes.

### §. 3. Electrocardiogrammes dans diverses affections du cœur.

Nous allons exposer maintenant les modifications des tracés électrocardiographiques dans un certain nombre d'affections cardiaques. Les résultats sont ici très disparates ; aussi nous est-il impossible d'adopter une classification logique.

1°) Les *Tachycardies* ont été étudiées à l'aide des électrocardiogrammes. Ici aucun résultat bien net n'a été obtenu. Hoffman a pris des tracés dans des cas de tachycardie simple, de tachycardie paroxystique et de tachycardie basedowienne. Dans chacun de ces cas, les tracés étaient différents et ne présentait aucune modification caractéristique.



FIG. 14. — Tachycardie basedowienne (m. d. et m. g.)

Nous avons observé un tracé pris au laboratoire de physique médicale dans un cas de tachycardie basedowienne (Fig. 14). Sur ce tracé les ondulations étaient à peu près normales, mais leur amplitude était très diminuée.

2°) *Asystolie*. Dans tous les cas d'asystolie que nous avons examinés, la courbe électrocardiographique se

montrait de très faible hauteur, indiquant que la force du cœur était amoindrie (Fig. 15).



FIG. 15. — Asystolie (m. d. et m. g.)

Nous devons cependant faire connaître ici l'opinion d'Hoffmann. Pour cet auteur, on ne peut rien conclure de la hauteur de la courbe en ce qui concerne la force du cœur. Si, en effet, on mesure les effets mécaniques de la contraction cardiaque, en même temps que l'on prend les tracés électrocardiographiques, on obtient souvent des courbes exactement inverses. Ces résultats sont on le voit très difficiles à interpréter. Nous devons dire cependant que pour la plupart des expérimentateurs, la hauteur des secousses des électrocardiogrammes mesure l'intensité de la force de contraction du cœur.

3° Nous avons examiné plusieurs malades dont le diagnostic clinique était : « *myocardite* ». On peut voir sur les Fig. 16, 17, 18, 19, combien les tracés sont différents les uns des autres et il est difficile d'établir un rapprochement entre eux.



FIG. 16. — Myocardite chronique, arythmie (m. d. et m. g.)

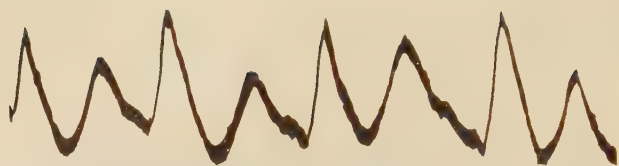


FIG. 17. — Myocardite (m. d. et m. g.)

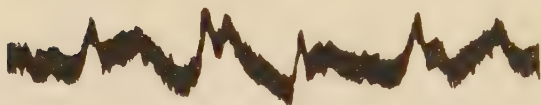


FIG. 18. — Myocardite, Arythmie, Hyposystolie, Retrécissement mitral (m. d. et m. g.)



FIG. 19. — Retrécissement mitral pur avec tachy-arythmie (m. d. et m. g.)

Cela se conçoit aisément : car, chez aucun de ces malades, les lésions du myocarde n'étaient les mêmes. Les variations électriques différaient donc dans chacun des cas examinés, donnant ainsi des électrocardiogrammes de formes très diverses. Les auteurs semblent admettre aujourd'hui que les altérations profondes du myocarde se manifestent sur les électrocardiogrammes, de préférence au niveau de l'ondulation F. Les modifications dans le sens d'une diminution, d'une disparition de cette ondulation F, ou même son caractère négatif, indiquent un mauvais fonctionnement du cœur. Einthoven a même observé dans des cas de

dégénérescence du myocarde que l'ondulation F était suivie d'une petite secousse U, qui ne se rencontre jamais dans d'autres électrocardiogrammes normaux ou pathologiques. L'existence de l'ondulation U permettrait de porter un pronostic très sombre.

Tous ces faits ne sont pas encore très nettement établis et nous avons pu voir dans certains cas d'altérations graves du myocarde que la secousse F, au lieu d'être diminuée, était au contraire notablement exagérée (Fig. 17). Ces divergences dans les résultats ne sont encore pas expliquées et l'on en comprendra aisément la raison, si l'on songe combien reste encore obscure la signification physiologique exacte de l'oscillation F.

4° *L'hypertrophie du cœur* se manifeste sur l'électrocardiogramme par une exagération de la secousse I (Fig. 20).

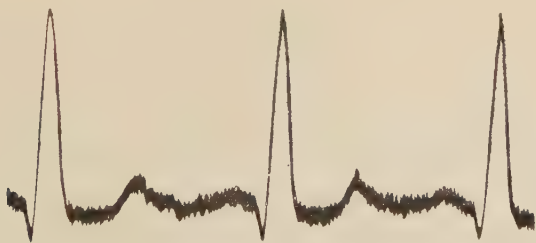


FIG. 20. — Hypertrophie du cœur (m.d. et m.g.)

Cette modification nous a paru assez constante et nous l'avons observée plusieurs fois, notamment chez

une malade atteinte de « néphrite chronique avec cœur de Traube ».

5° Dans les *lésions congénitales du cœur*, les caractères de l'électrocardiogramme seraient, d'après Steriopoulo, tout à fait spéciaux : I ne serait presque pas développé, alors que  $I_p$  et F seraient très marqués. Nous reproduisons (Fig. 21) un tracé obtenu chez un myxœdémateux, qui présentait une lésion du cœur, se manifestant par un souffle intense à la base, dont la localisation et la propagation exactes étaient très difficiles à déterminer. La nature de ce souffle, congénitale ou acquise, ne pouvait être fixée avec certitude.

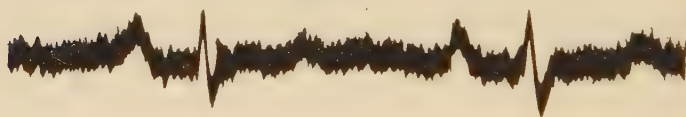


FIG. 21. — Myxœdème (m.d. et m.g.)

En examinant l'électrocardiogramme de ce malade, et si l'on accepte l'opinion de Steriopoulo, l'on est tenté de conclure à une lésion du cœur congénitale, puisqu'il est facile de constater la faible amplitude du soulèvement I, alors que l'oscillation  $I_p$  est au contraire très prononcée. On peut aussi constater sur ce tracé le renforcement de l'ondulation A, indiquant une hypertrophie de l'oreillette, peut-être due à une sténose mitrale.

6° Einthoven a étudié expérimentalement les modifications de F, à la suite des *hémorragies*. Il a vu, qu'après une grosse perte de sang, l'ondulation F s'applatissait, et pouvait même devenir négative. Ce phénomène n'apparaît du reste que quelque temps après avoir saigné l'animal à blanc. En effet, si l'on coupe l'aorte abdominale d'un chien, tandis que la tension tombe vite à zéro, la courbe électrocardiographique subit une diminution de hauteur pendant une période courte, pour revenir bientôt à son niveau primitif. Ce n'est que plus tard, lorsque le pouls est devenu très lent, que peu à peu la forme de l'électrocardiogramme change d'aspect. La pointe F s'accroît alors considérablement pour surpasser finalement la pointe I. Ces faits, d'après Einthoven, doivent être en rapport avec des conditions mécaniques différentes, produites par la chute de la tension sanguine à zéro.

Après avoir examiné les résultats que donne la méthode électrocardiographique dans l'examen du cœur pathologique, nous est-il permis de donner une appréciation définitive sur la valeur absolue de cette méthode ?

Nous croyons qu'une conclusion trop ferme serait actuellement prématurée. Malgré les travaux nombreux, faits surtout en Allemagne, on ne doit pas oublier que l'étude des électrocardiogrammes est de date récente et que bien souvent les résultats qu'elle donne sont d'interprétation difficile.

La méthode électrocardiographique s'était d'abord confinée dans les laboratoires, et on l'avait surtout utilisée pour analyser le fonctionnement physiologique du muscle cardiaque. Les résultats obtenus ont été des plus intéressants, et l'on ne peut mettre en doute que Kraus et Nicolaï, entre autres, ont pu grâce aux électrocardiogrammes émettre une hypothèse très ingénieuse sur la marche de l'excitation à travers le muscle cardiaque.

Mais l'électrocardiographie n'a pas tardé à franchir les limites des laboratoires, et l'on a espéré qu'elle donnerait des renseignements précieux dans l'étude des troubles pathologiques du rythme cardiaque. Les résultats espérés ont-ils été obtenus ?

La méthode électrocardiographique présente d'énormes avantages, qui la rendent supérieure aux autres méthodes d'examen du cœur. Elle nous permet d'étudier isolément le fonctionnement des oreillettes et des ventricules. Certes, l'enregistrement du pouls veineux et l'examen à l'aide des sondes cardiographiques introduites dans l'œsophage nous renseignaient déjà sur le mode de contraction des oreillettes. Mais ces deux méthodes exigent une technique délicate, et les résultats qu'elles nous fournissent donnent souvent lieu à de fausses interprétations. La méthode électrocardiographique est au contraire facile à utiliser dans les cliniques et les malades ne font aucune difficulté pour se soumettre à cet examen. Les électrocardiogrammes ont encore une autre supériorité : ils permettent d'enregistrer les moindres contractions anormales, puisque les plus petites variations électriques,

qui en dérivent, apparaissent sur les tracés avec la plus grande netteté.

Il n'est pas douteux cependant que de grands progrès sont encore à faire. Comme nous l'avons vu, dans le cours de cette étude, la signification de l'électrocardiogramme normal ne nous est pas encore exactement connue, et ce fait nous gêne un peu pour l'analyse des courbes pathologiques. Est-ce une raison pour condamner la méthode? Non, car il nous est permis d'espérer que les recherches sur l'électrocardiogramme, devenant tous les jours plus nombreuses et plus précises, nous pourrons être fixés dans un avenir prochain sur la signification exacte des faits, qui encore aujourd'hui nous paraissent un peu obscurs.

Est-ce à dire que la méthode électrocardiographique se substituera aux méthodes employées jusqu'ici pour l'examen du cœur? Nous ne le pensons pas; et nous sommes persuadés qu'il est de toute nécessité d'utiliser simultanément ces diverses méthodes. Elles se complètent mutuellement et c'est dans la comparaison raisonnée de tous les résultats obtenus qu'un clinicien avisé pourra trouver l'explication de certains troubles fonctionnels de l'activité cardiaque, dont l'interprétation lui avait pendant longtemps échappé.

---



## CONCLUSIONS

---

I. — La méthode électrocardiographique permet d'enregistrer les variations électriques qui se produisent pendant la contraction du muscle cardiaque. Ces variations électriques peuvent être mesurées en dixièmes de millivolts, grâce à l'instrumentation imaginée par Einthoven, qui permet aussi d'apprécier en centièmes de seconde la durée des divers temps de la contraction cardiaque.

II. — L'électrocardiogramme de l'homme normal est essentiellement constitué par trois ondulations principales en rapport avec les différents temps de la contraction du muscle cardiaque.

La première ondulation, de faible amplitude, est produite par la systole auriculaire. Elle est suivie sur le tracé d'une ligne horizontale, qui répond à la propagation de l'excitation à travers le faisceau de His.

La systole ventriculaire est représentée par deux oscillations successives, d'amplitude différente, et séparées par une ligne horizontale. On ne connaît pas encore la signification exacte de ces deux oscillations. La plupart des auteurs admettent que ces oscillations

correspondent à la marche de l'excitation à travers les différentes couches de fibres musculaires qui constituent le myocarde. Cependant, pour certains auteurs, la deuxième ondulation serait en rapport non avec la contractibilité du cœur, mais avec son excitabilité.

La pause du cœur est nettement indiquée sur les tracés par une ligne horizontale, qui suit la systole ventriculaire.

III. — La méthode électrocardiographique a été utilisée en clinique pour l'étude des diverses affections cardiaques.

Les moindres contractions anormales du myocarde, qui entraînent des modifications des variations électriques, sont visibles sur les tracés.

Les lésions orificielles ne se manifestent sur les électrocardiogrammes qui si elles ont retenti sur le myocarde de façon à rendre anormale la marche de l'excitation et de la contraction.

Il est possible, à l'aide de l'électrocardiographie, d'étudier séparément le mode de contraction des oreillettes et des ventricules.

Les extrasystoles sont nettement indiquées sur les tracés, à l'endroit précis où elles ont pris naissance.

Les électrocardiogrammes ont surtout permis d'étudier avec une grande précision certaines bradycardies, et de se rendre compte exactement de la dissociation qui peut exister entre le rythme auriculaire et le rythme ventriculaire.

IV. — L'étude des électrocardiogrammes n'est pas parfaite et demande des recherches plus précises pour

expliquer certains faits dont la signification nous échappe encore. Néanmoins, il est permis de conclure que la méthode électrocardiographique, combinée aux autres méthodes d'examen du cœur, est appelée à donner de précieux renseignements pour l'interprétation de certains troubles de l'activité cardiaque, quelquefois si difficiles à apprécier par le seul examen clinique.

Vu :

*Le Président de la Thèse,*

J. CLUZET

Vu :

*Le Doyen,*

L. HUGOUNENQ

Vu et permis d'imprimer :

Lyon, le 4 Novembre 1910,

*Le Recteur, Président du Conseil de l'Université*

P. JOUBIN



## INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

---

- ARCHIVES DES MALADIES DU CŒUR, DES VAISSEAUX ET DU SANG. (1908-1909-1910).
- BAYLISS ET STARLING. — On the electromotive phenomena of the mammalian Heart. (Intern. Monatschrift für Anat. u. Physio. 1892. V. IX, p. 256).
- BAYLISS ET STARLING. — On Some points in the innervation of the mammalian Heart. (Journ. of the Physio. V. XII, p. 407).
- BORDET. — Revue sur l'électrocardiogramme au point de vue clinique. (Arch. d'élect. médicale, 1910, p. 431).
- CLUZET. — Sur l'étude clinique du cœur par la méthode des électrocardiogrammes. (Lyon médical, 1910, n° 29).
- CREMER. — Über die direkte Ableitung der Aktionströme des menschlichen Herzens vom Oesophagus und über das Elektrokardiogramm des Fötus. (Münch. Med. Wochens, 1906, n° 17, p. 811).
- DUMAS. — Bradycardies et faisceau de His. (Th. de Lyon, 1908-09).
- EINTHOVEN. — Über die Form des menschlichen Elektrokardiogramms. (Arch. f. ges. Physio, 1895. V. LX, p. 101).
- EINTHOVEN. — Über das normale menschliche Elektrokardiogramm. (Ibid. 1900. V. LXXX, p. 140).
- EINTHOVEN. — Die galvanometrische Registrierung des menschlichen Elektrokardiogramms, zugleich eine Beurtheilung der Anwendung des Kapillarelektrometers in der Physiologie. (Ibid. 1903. V. XLIX, p. 472).
- EINTHOVEN. — Le Télécardiogramme. (Arch. intern. de Physio. 1906. V. IX, p. 132).
- EINTHOVEN. — Weiteres über das Elektrokardiogramm. (Ibid. 1908. V. CXXII, p. 577).
- EINTHOVEN. — Verhandlungen der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte zu Köln, p. 239.
- EINTHOVEN. — La construction du galvanomètre à corde. (Pflüg. Arch. f. Phys. V. CXXX, 1909).

- ENGELMANN. — Über die Leitung der Erregung in Herzmuskel. (Pflüg. Arch. f. Phys. V. XI, 1875).
- EPPINGEX ET ROTHBERGER. — Sur l'analyse de l'électrocardiogramme. (Wiener Klin. Woch. n° 31, 1909).
- FANO ET FAYOD. — De quelques rapports entre les propriétés contractiles et les propriétés électriques du cœur. (Arch. ital. de Biol. 1888. T. IX).
- FREDERICO. — Sur les phénomènes électriques de la systole ventriculaire chez le chien. (Bul. de l'Acad. de Belgique, 1877. T. I).
- FUNARO. — L'Electrocardiogramme chez l'enfant. (Soc. Ital. de Pédatrie, 1908, in Morga juin-juillet 1908).
- FUNARO ET NICOLAÏ. — Das Elektrokardiogramm des Säuglings. (Centr. f. Physio. 1908. V. XXII, n° 2).
- GALLAVARDIN. — Précis des maladies du cœur et de l'aorte.
- GLEYS-DUVAL. — Traité de Physiologie.
- GOTCH. — Capillary Elektrometer Records of the Electrical Changes during the Beat of the Frog's Heart. (Prelim. Commun. Proceedings of the royal society. B. 1907. V. LXXIX, p. 323).
- GOTCH. — Le mode de contraction du ventricule d'après les courbes electrocardiographiques chez la tortue et le lapin (Heart I, n° 2, p. 235).
- GRAU. — Importance des circonstances extérieures pour la forme des courbes electrocardiographiques. (Centrabl. f. Physio. 2 octobre 1909).
- GRAU. — Influence de la position du cœur sur la forme de l'électrocardiogramme. (Zeitsch. f. klin. Med. V. LXIX, n° 3 et 4).
- HERING. — Das Elektrokardiogramm des Pulsus irregularis perpetuus. (Deutsch. Archiv. f. klin. Med. V. XCIV. 1908, p. 185).
- HERING. — L'Electrocardiogramme (Wissensch. Gesellsch. deutsch. Ärzte in Böhmen, Fév. 1909).
- HERING. — Etudes expérimentales sur l'électrocardiogramme chez les mammifères. (Pflüg. Arch. f. Physio. V. CXXVII, 1905, p. 155).
- HERING. — Klinische Bedeutung des Elektrokardiogramms. (Deutsch. Med. Woch. 1909, n° 1, p. 7 et 9).
- HERING. — L'Electrocardiogramme. (Congrès de Méd. de Wiesbaden, avril 1909).
- HERING. — De l'absence des contractions auriculaires dans l'électrocardiogramme du pouls irrégulier. (Münch. Med. Woch. 1909).
- HOFFMAN. — L'Electrocardiogramme du cœur humain découvert. (Münch. Med. Woch. 1908, n° 35).
- HOFFMAN. — Die Kritik des Elektrokardiogramms. (Verhand. d. Kong. f. innere Med. 1909, p. 614).
- HOFFMAN. — Arythmie des Herzens im Elektrokardiogramm. (Münch. Med. Woch. 1909, n° 41, p. 225).

- JOB. — Les arythmies cardiaques. (Rev. de Med. 1906, p. 796).
- JUDIN. — Des processus électriques du myocarde. (1<sup>re</sup> Cong. Russe de Méd. Int. Moscou, déc. 1909).
- KAHN. — Contributions à l'étude de l'électrocardiogramme. (Pflüg. Arch. f. Physio. Bd. CXXVI, 1909, p. 197).
- KAHN. — Contribution nouvelle à l'étude de l'électrocardiogramme. (Ibid. CXXIX, 1909, p. 291).
- KAHN. — Sur l'électrocardiogramme des systoles ventriculaires provoquées. (Centr. f. Physio. 2 oct. 1909).
- KRAUS ET NICOLAÏ. — Über das Elektrokardiogramm unter normalen und pathologischen Verhältnissen. (Berl. Klin. Woch. 1907, n<sup>os</sup> 25 et 28).
- KRAUS ET NICOLAÏ. — Über die funktionelle Solidarität der beiden Herzhälften. (Deutsch. Med. Wochens. 1908, n<sup>o</sup> 1, p. 1).
- KRAUS ET NICOLAÏ. — Das Elektrokardiogramm des gesunden und kranken Menschen Leipzig, 1910).
- LEWIS. — Sur les courbes électrocardiographiques données par les extrasystoles qui prennent naissance dans les parois des oreillettes ou des ventricules. (Brit. Med. Journ. 26 mars 1910).
- LEWIS. — De la fibrillation auriculaire et de ses relations avec l'irrégularité clinique du cœur. (Heart I, mars 1910, p. 306-372).
- MEYER. — Sur de nouveaux courants d'action du cœur et sur les variations de l'oscillation négative. (Arch. intern. de Phys. T. V, p. 76).
- MEYER. — Sur un nouvel électrocardiogramme et sur la variabilité des courants d'action. (Ibid. 1908, V, VI, p. 257).
- MACKENZIE. — New Methods of studying affections of the heart. (Brit. Med. Journ. March. Avril 1905).
- MACKENZIE. — Clinical method for recognizing heartblak. (1906, Ibid, 20, X).
- MACKENZIE. — Diseases of the heart. London, 1908).
- MATTEUCCI. — Sur le courant électrique des muscles vivants ou récemment tués. (Compt. Rend. 1843. T. XVI. p. 197).
- MATTEUCCI. — Traité des phénomènes électrophysiologiques des animaux. Paris 1844.
- MAREY. — Inscription photographique des indications de l'électromètre de Lippman, (compte-rendu, LXXXIII, p. 278).
- MENDELSSOHN. — De l'électrocardiogramme chez l'homme à l'état normal et à l'état pathologique. (Arch. des maladies du cœur, 1908, p. 673-699).
- MENDELSSOHN. — Sur la valeur diagnostique et pronostique de l'électrocardiogramme dans les maladies du cœur: (Assoc. f. p. l'avancement des sciences. Lille, août 1909).
- MERKLEN. — Examen et séméiotique du cœur.
- MORAT ET DOYON. — Traité de physiologie.

- NICOLAI. — Ablauf der Erregungsleitung im Säugetierherzen. (Cent. Bl. f. Physio. 1906. V. XXI, p. 678).
- NICOLAI ET REHFISCH. — Über das Elektrokardiogramm des Hundeherzens bei Reizung des linken und rechten Ventrikels. (Cent. Bl. f. Physio. Bd. XXII, n° 2, 1908).
- NICOLAI ET SIMONS. — Zur Klinik des Elektrokardiogramms (die Zacken J und Jp.) (Med. Klinik, 1909, n° 5, p. 160).
- PRIBRAM. — Über das Elektrokardiogramm bei Aortaneurysmen. (Prag. Med. Wochens. Bd. XXXIV, p. 413).
- ROTHBERGER ET WINTERBERG. — L'électrocardiogramme dans la fibrillation des oreillettes. (Pflug. Arch. Bd. 131, 1909, p. 79).
- SAMOÏLOFF. — Beiträge zur Elektrophysiologie des Herzens. (Arch. f. Anat. u. Physio. 1906, sup. B. p. 207).
- SAMOÏLOFF. — Elektrokardiogrammstudien. (Beit. z. Physio. u. Perth. p. 17).
- SAMOÏLOFF. — L'électrocardiogramme. (Rouss. Vratch. 1908. V. VII, p. 1.089).
- SAMOÏLOFF ET STESHINSKY. — L'électrocardiogramme des oreillettes dans la sténose mitrale. (Munch. Med. Woch. n° 38, 1909).
- STERIOPOULO. — L'électrocardiogramme chez les malades atteints de vices valvulaires. (Zeitsch. f. exper. Path. und Ther. V. VII, 1909).
- STERIOPOULO. — L'électrocardiogramme dans l'insuffisance cardiaque. (1<sup>er</sup> Congrès Russe de Méd. Int. de Moscou, déc. 1910).
- STRUBELL. — Zur Klinik des Elektrokardiogramms. (Verh. d. Kong. f. innere Med. 1909, p. 623).
- VAQUEZ, CLER, ESMEIN. — Etude physiologique d'un cas de pouls lent permanent, à l'aide de divers procédés d'inscription. (Sec. méd. des Hôp. 17 déc. 1909).
- VAQUEZ, ESMEIN, GALLAVARDIN. — Rapport sur les bradycardies. (Congrès de Med. 1910).
- WALLER. — On the Electromotive Changes connected with the Beat of mammalian Heart and of the Human Heart in particulier. (Philos. Transac. of the royal soc. of London, 1889. V. CLXXX. p. 169).
- WALLER. — Phénomènes électriques du cœur humain. (Arch. de Physio. 1890).
- WALLER. — A demonstration on man of electromotive changes accompanying the heart's Beat. (Journ. of. Phys. VIII, p. 229).
- WEISS. — Le galvanomètre à corde et l'électrocardiographie. (Pr. Méd. av. 1909, p. 280).
- WEISS ET BULL. — Les électrocardiogrammes et l'enregistrement des bruits du cœur. (Bull. de l'Acad. de Méd. juillet 1910. p. 103).
- WERTEIMER ET SALOMONSON. — Les courants d'action des contractions volontaires et reflexes des muscles humains. (Ann. de l'électrobiologie, 1908, p. 326).

~~~~~  
IMPRIMERIE DUCROS ET LOMBARD — VALENCE-LYON  
~~~~~





